ARAB COMICS
عرب كوميكس
www.arabcomics.net

سلسلة «التاريخ الطبيعي»

الطَّبيعَة في أشْكالِهَا الرّائِعَة



مكتبة لبنان



وَقْفَةُ مُراقَبَةٍ وتَأَمُّلٍ في بُسْتانٍ في أَحَدِ أَيّامِ الرَّبيعِ تُعْطيكَ فِكْرَةً عَنْ مَدى تَنَوُّعِ الكائِناتِ النَّباتِيَّةِ والحَيَوانِيَّةِ الَّتي تَسْتَوْطِنُ هٰذا الكَوْكَبَ الَّذي نَعيشُ فيهِ. والكَثيرُ مِنّا يَكْتَنِفُهُمْ شُعورٌ بِالدَّهْشَةِ والرَّوْعَةِ عِنْدَما يَرْقُبونَ عَنْ كَثَبٍ ما يُحيطُهُمْ بِهِ هٰذا العالَمُ الطَّبيعِيُّ مِنْ جَمالٍ وأَلْوانٍ.

لٰكِنَّ بَعْضَنا يَفوتُهُمْ مُلاحَظَةُ عُنْصُرِ النِّظامِ في الطَّبيعَةِ بِالرَّغْمِ مِنْ أَنَّهُ قَدْ يَتَسَنّى لَهُمْ تَعَرُّفُ أَسْماءِ الكَثيرِ مِنَ الكائِناتِ الحَيَّةِ وأَساليبِ عَيْشِها. فالكَثيرُ مِمّا نَشْهَدُهُ في الطَّبيعَةِ يَبْدو لِلْوَهْلَةِ الأولى عَشْوائِيَّ النَّسَقِ اعْتِباطِيًّا – والحَقيقَةُ أَنَّ أَشْكالَ الكائِناتِ الحَيَّةِ مُهَيَّأَةٌ بَلْ مُصَمَّمَةٌ لِأَداءِ وَظائِفَ مُعَيَّنَةٍ تَعْمَلُ عَلى بَقاءِ النَّوْعِ واسْتِمْرارِيَّتِهِ.

فالطَّبيعَةُ قَدْ أَبْدَعَتْ أَنْماطًا وأَشْكالًا ونَماذِجَ هِيَ آيَةٌ في الجَمالِ والفَعّالِيَّةِ والكِفايَةِ كَما يَتَبَيَّنُ ذٰلِكَ في دينامِيَّةِ أَجْنِحَةِ الطُّيورِ وانْسِيابِيَّتِها أَوْ في هَنْدَسَةِ التَّخاريبِ المَتينَةِ السُّداسِيَّةِ الشَّكْلِ في أَقْراصِ عَسَلِ النَّحْلِ. وفي هٰذا الكِتابِ «الطَّبيعَةُ في أَشْكالِها الرّائِعَةِ» نَسْتَعْرِضُ مَعًا بِالشُّروحاتِ والصُّوَرِ والرُّسومِ أَمْثِلَةً كَثيرَةً مِنَ الإِبْداعِ الرِّياضِيِّ والهَنْدَسِيِّ الَّتي نَجِدُها في الطَّبيعَةِ مِنْ حَوْلِنا.

© حقوق الطبع محفوظة
طبع في انكلترا
١٩٨٢

سلسلة «التاريخ الطبيعي»

الطَّبيعة في أشكالها الرّائعة

وضع: جون ودوروثي بول
نقله إلى العربيّة: أحمد شفيق الخطيب



مكتبة لبنان

أَدِرْ بَصَرَكَ في الطَّبيعَةِ

إذا وَقَفْتَ باكِرًا في صَباحِ يَوْمٍ رَبيعِيٍّ في حَديقَةٍ عامَّةٍ ، إنْ كُنْتَ في المَدينَةِ أَوْ قُرْبَ جَدْوَلِ ماءٍ في مِنْطَقَةٍ ريفِيَّةٍ ، وأَدَرْتَ البَصَرَ مِنْ حَوْلِكَ ، تَرى نَسَقًا رائِعًا مِنَ الأَلْوانِ والأَشْكالِ والأَحْجامِ والحَرَكاتِ . فَهُنالِكَ أَنْواعٌ لا حَصْرَ لَها مِنَ الأَزْهارِ الحَميمَةِ المُتَغايِرَةِ أَلْوانِ التُّوَيْجِيّاتِ وإلى جانِبِها أَصْنافٌ مُتَعَدِّدَةٌ مِنَ الجُنَيْباتِ البَقْلِيَّةِ والشُّجَيْراتِ المَكْسُوَّةِ بِالنَّوْرِ الفَوّاحِ ، وكَذٰلِكَ البَواسِقُ مِنَ الشَّجَرِ المُنَشَّطَةِ اللِّحاءِ والمُتَفاوِتَةِ أَشْكالِ الوَرَقِ مُسْتَدِقًّا أَوْ مُتَطاوِلًا . ولَنْ يَغيبَنَّ عَنْ ناظِرَيْكَ مُلاحَظَةُ الفَراشاتِ والزَّنابيرِ والنَّحْلِ بِأَجْنِحَتِها اللَّطيفَةِ الأَلْوانِ تَهِفُّ بِرَشاقَةٍ وخِفَّةٍ مِنْ زَهْرَةٍ إلى أُخْرى . وبَيْنَ سُقاطَةِ الوَرَقِ وطَبَقَةِ التُّرْبَةِ العُلْيا حُشودٌ مِنَ الكائِناتِ الصَّغيرَةِ دائِبَةٌ في أَعْمالِها – نَمْلٌ تَروحُ وتَغْدو مُحَمَّلَةً وغَيْرَ مُحَمَّلَةٍ ، وعَناكِبُ تَكْمُنُ في حَبائِكِها المُوَتَّرَةِ اللَّزِجَةِ النَّسْجِ ، وديدانٌ كَثيرَةُ الأَرْجُلِ ، وخَنافِسُ تُهَرْوِلُ بَعيدًا عَنِ النّورِ .



ولَطالَما أَلْهَمَ جَمالُ الطَّبيعَةِ هٰذا ومَباهِجُها وسَكينَتُها الشُّعَراءَ والفَنّانينَ فَكَتَبوا فيها قَصائِدَ خالِدَةً أَوْ رَسَموها لَوْحاتٍ تَتَحَدّى الزَّمَنَ . لٰكِنَّ في الطَّبيعَةِ جَمالًا وسِحْرًا فَوْقَ ذٰلِكَ – يَتَجَلَّيانِ في ذاكَ الإبْداعِ الرِّياضِيِّ : إبْداعًا ورَوْعَةً لا نَتَمالَكُ أَمامَهُما مِنَ القَوْلِ : سُبْحانَ المُهَنْدِسِ الأَعْظَمِ !

وحينَ يُعْجَبُ الفَنّانونَ والشُّعَراءُ بِوَرْدَةٍ أَوْ بِعُصْفورٍ كَأَبي الحِنِّ مَثَلًا فَإِنَّهُمْ في الحَقيقَةِ يُعْجَبونَ بِآلَةٍ حَيَّةٍ عالِيَةِ الكِفايَةِ الهَنْدَسِيَّةِ . فَإِذا ما أَمْعَنّا النَّظَرَ في تُوَيْجِيّاتِ الوَرْدَةِ وَريشاتِ أَبي الحِنّاءِ نَجِدُ فيها أَنْماطًا مُحَدَّدَةَ النَّسَقِ – فَكُلُّ جُزْءٍ في الزَّهْرَةِ أَوْ في العُصْفورِ لَهُ هَدَفٌ وغايَةٌ ومُوجِبٌ ، وهُوَ ما وُجِدَ فَقَطْ لِيَبْدُوَ جَميلًا تَبْتَهِجُ بِهِ أَعْيُنُ النّاظِرينَ !

فَأَشْكالُ الكائِناتِ الحَيَّةِ وأَنْماطُها هِيَ في الواقِعِ وَظيفِيَّةٌ ومُصَمَّمَةٌ لِأَداءِ هَدَفٍ أَساسِيٍّ هُوَ العَمَلُ عَلى بَقاءِ النَّوْعِ . مُنْذُ عَهْدٍ بَعيدٍ قامَ عُلَماءُ الرِّياضِيّاتِ اليونانِيّونَ الأَلْمَعِيّونَ مِنْ أَمْثالِ فيثاغورَسَ وأَرْخَميدِسَ وإقْليدِسَ بِدِراسَةِ التَّطْبيقاتِ الهَنْدَسِيَّةِ البارِعَةِ في الطَّبيعَةِ – في نُمُوِّ النَّباتِ وأَشْكالِ الحَيَوانِ – وتَوَصَّلوا بِذٰلِكَ إلى تَفَهُّمٍ رِياضِيٍّ لِلْأَشْكالِ والتَّراكيبِ اسْتَوْحَوْا مِنْهُ ما أَبْدَعوهُ هُمْ مِنْ فَنٍّ وأَبْنِيَةٍ وتَصاميمَ .



وقَدْ كانَ لِهٰذا الجانِبِ الرِّياضِيِّ مِنْ سِماتِ البيئَةِ الطَّبيعِيَّةِ أَثَرُهُ البالِغُ مُنْذُئِذٍ في أَعْمالِ العُلَماءِ والمُهَنْدِسينَ والمِعْمارِيّينَ في نَواحٍ مُتَعَدِّدَةٍ وبِأَساليبَ مُتَنَوِّعَةٍ .

أَشْكالٌ هَنْدَسِيَّةٌ حَوالَيْنا

إنَّ الأَشْكالَ الَّتي تَتَّخِذُها الكائِناتُ الحَيَّةُ : مِنْ نَباتٍ وحَيَوانٍ على اخْتِلافِ أَنْواعِها في البَرِّ أَوِ البَحْرِ أَوِ الجَوِّ وكَما نَعْرِفُها حالِيًّا ، هِيَ نَتيجَةُ اخْتِبارٍ وتَفاعُلٍ مَعَ البيئَةِ الطَّبيعِيَّةِ عَبْرَ مَلايينِ السِّنينَ . وقَدْ عَبَّرَ العالِمُ الطَّبيعِيُّ تْشارلْز دارْوين عَنْ هٰذا التَّفاعُلِ في نَظَرِيَّتِهِ المَشْهورَةِ (الَّتي يُساءُ فَهْمُها أَحْيانًا) مِنْ أَنَّ الكائِناتِ الحَيَّةَ تَتَكَيَّفُ لِتُلائِمَ البيئَةَ حَوْلَها ، والكائِناتُ الَّتي تَعْجَزُ عَنْ تَحْقيقِ مِثْلِ هٰذا التَّكَيُّفِ تَنْقَرِضُ . وبَعْضُ عَمَلِيَّةِ التَّكَيُّفِ هٰذِهِ يُلْحَظُ في تَنامي الأَجْزاءِ العُضْوِيَّةِ الَّتي تَخْدُمُ الكائِنَ الحَيَّ وفي تَضاؤُلِ تِلْكَ الَّتي لا تَعودُ عَلَيْهِ بِنَفْعٍ أَوْ خِدْمَةٍ – ولَعَلَّ ما يَتَنَبَّأُ بِهِ بَعْضُ البيولوجِيّينَ مِنِ ازْدِيادِ ضُمورِ خِنْصَرِ القَدَمِ خِلالَ الدُّهورِ المُسْتَقْبَلِيَّةِ يَسْتَنِدُ إلى هٰذِهِ المُلاحَظَةِ .



قَدَمُ قِرْدٍ قَدَمُ إِنْسانٍ

ومَعَ الاخْتِلافِ البَيِّنِ في أَشْكالِ النَّباتاتِ والحَيَواناتِ فإِنَّها تَسْتَنِدُ في شَتّى أَشْكالِها إلى قَوانينَ هَنْدَسِيَّةٍ ثابِتَةٍ تَنْطَبِقُ على الحِصانِ كَما على البَرّاقَةِ وعلى اليَعْسوبِ كَما على الأُخْطُبوطِ .

إنَّ تَصاميمَ الطَّبيعَةِ الرّائِعَةَ غايَةٌ في بَراعَةِ الابْتِكارِ . وما قَدْ يَبْدو غَريبًا مُوحِشًا مِنْها ما هُوَ إلّا امْتِدادٌ لِلأَشْكالِ البَسيطَةِ المَأْلوفَةِ العَمَلِيَّةِ والمَتينَةِ مِنْ دَوائِرَ ومُثَلَّثاتٍ ومُرَبَّعاتٍ .



١



٢



٣



٤



٥



٦



٧



٨

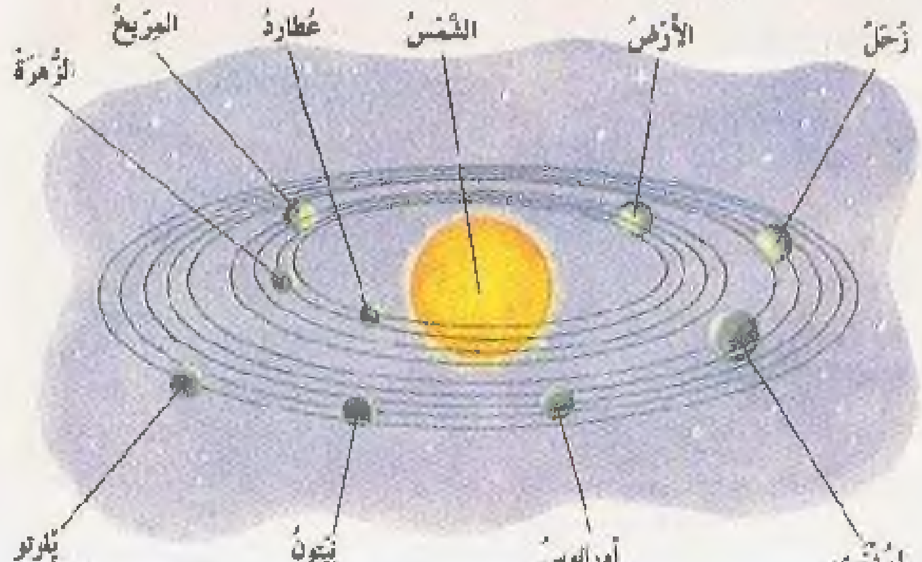
١ سَرَطانٌ (سَلْطَعونٌ) ٢ سَحْلَبِيَّةٌ (أوركيدَةٌ) ٣ أُخْطُبوطٌ ٤ يَعْسوبٌ (سُرْمانٌ) ٥ عَظايَةٌ (سَحْلِيَّةٌ) ٦ صَبّارٌ ٧ قِنْديلُ البَحْرِ ٨ نَرْجِسٌ بَرِّيٌّ .

الأَشْكالُ الدّائِرِيَّةُ

أَطْلَقَ الفَيْلَسوفُ الشَّهيرُ أَفْلاطونُ (٤٢٧ – ٣٤٧ ق.م.) عَلى الدّائِرَةِ اسْمَ الشَّكْلِ المِثالِيِّ. ولا غَرْوَ: فَهِيَ الشَّكْلُ السّائِدُ في الكَوْنِ. أَلَيْسَتْ عُيونُنا الَّتي نُشاهِدُ بِها كُلَّ شَيْءٍ مُسْتَديرَةً؟ ولا عَجَبَ أَنَّ عُيونَ الحَيَواناتِ كُلَّها مُسْتَديرَةٌ، فالشَّكْلُ الدّائِرِيُّ مِثالِيٌّ في بَساطَتِهِ ومَتانَتِهِ ومُلاءَمَتِهِ لِأَغْراضِ البَصَرِ.



والكَوْكَبُ الرّائِعُ الَّذي نَعيشُ عَلَيْهِ كُرَوِيُّ الشَّكْلِ، أَيْ ذو شَكْلٍ دائِرِيٍّ ثُلاثِيِّ الأَبْعادِ. وأَرْضُنا هِيَ إِحْدَى كَواكِبَ تِسْعَةٍ كُرَوِيَّةٍ: كُلُّها تَدورُ حَوْلَ الشَّمْسِ في مَداراتٍ إِهْلِيلَجِيَّةٍ – والشَّكْلُ الإِهْلِيلَجِيُّ هُوَ شَكْلُ البَيْضَةِ أَيْ دائِرَةٌ مُسَطَّحَةٌ. ويَدورُ حَوْلَ سِتٍّ مِنْ كَواكِبِ الشَّمْسِ أَقْمارٌ كُرَوِيَّةٌ في مَداراتٍ إِهليلَجِيَّةٍ أَيْضًا.



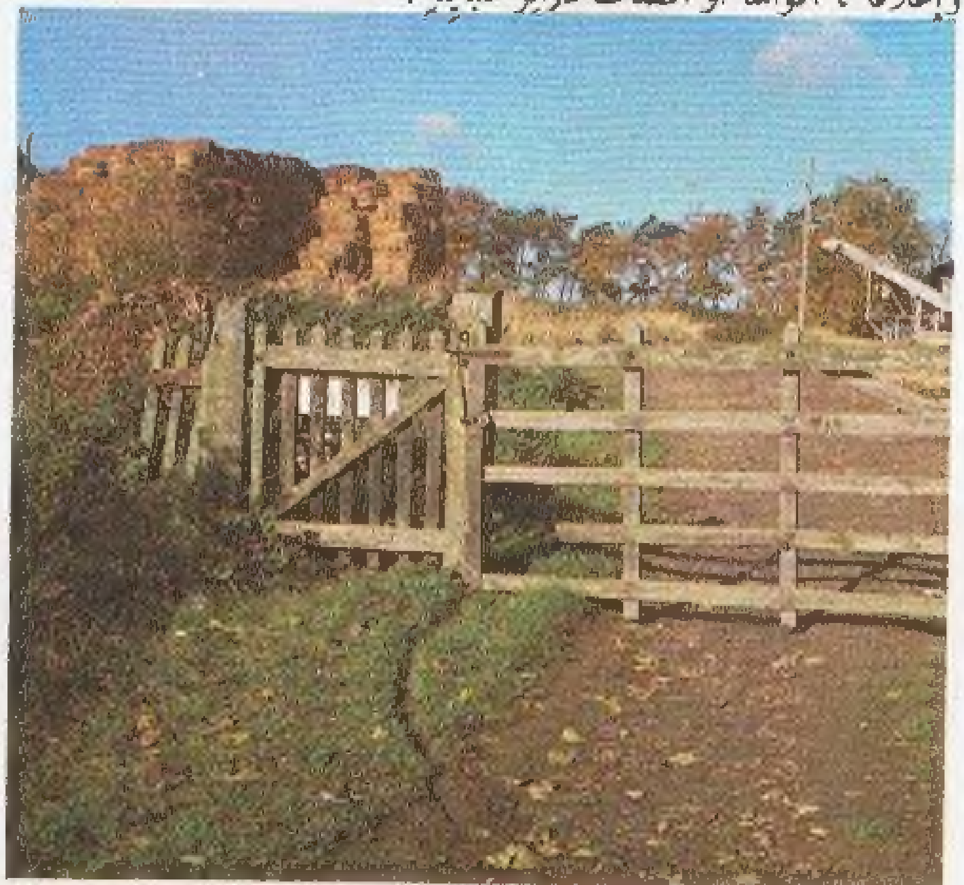


وإذا ما حَوَّلْنا أَنْظارَنا إلى الأَشْياءِ الأَقْرَبِ نَجِدُ الشَّكْلَ الدّائِرِيَّ سائِدًا أَيْضًا – فَجُذوعُ الشَّجَرِ دائِرِيَّةُ المَقْطَعِ وكَذٰلِكَ تَوْزيعُ التُّوَيْجِيّاتِ والكَأْسِيّاتِ في الزَّهْرَةِ. وتَكادُ كُلُّ أَنْواعِ الفُطْرِ تَتَّخِذُ هٰذا الشَّكْلَ، دائِرِيًّا كَالفُطورِ المِظَلِّيَّةِ أَوْ كُرَوِيًّا كَفُقْعِ الذِّئْبِ (الظّاهِرِ في الصّورَةِ أَعْلاهُ).

والشَّكْلُ الدّائِرِيُّ هُوَ أَيْضًا شَكْلُ مُعْظَمِ الثِّمارِ والفَواكِهِ والخُضَرِ وشَكْلُ مُعْظَمِ الحُبوبِ والبُزورِ. والكَثيرُ مِنَ الأَحْياءِ المائِيَّةِ أَيْضًا دائِرِيُّ الشَّكْلِ أَوْ كُرَوِيَّةٌ كَقُنْفُذِ البَحْرِ (إلى الأَسْفَلِ يَسارًا)، وكَالدَّوّاراتِ المِجْهَرِيَّةِ الدَّقيقَةِ في المَناقِعِ والقَنَواتِ.



أشكالٌ دائريّةٌ تجدُرُ ملاحظتُها. يُلاحَظُ أحيانًا ارْتِسامُ الأشكالِ الدائريّةِ بطُرُقٍ عرَضيّةٍ أوْ طارئةٍ كما في بعْضِ الأعشابِ الرَّمليّةِ المُقاوِمةِ للرِّيحِ العَنيفةِ والشَّمْسِ اللافِحةِ ورَذاذِ البَحْرِ المِلْحيّ. فَفُروعُ هذِهِ الأعشابِ المُدَلّاةُ وأوْراقُها تحْفِرُ دوائِرَ مُتمَرْكِزةً في أرْضِ الكُثبانِ الرَّطْبةِ عِنْدَما تُدَوِّمُها الرِّياحُ العاصِفةُ. ويَحْصُلُ ما يُشْبِهُ ذلِكَ في أرْضيّةِ بوّابةِ المَزْرَعةِ حينَ ترْسُمُ أطرافُ البوّابةِ السُّفْلى في أثْناءِ تحْريكِها، فتْحًا وإغلاقًا، أقواسًا أوْ أنْصافَ دوائِرَ مُتبايِنةٍ.



الإسباتُ. كثيرٌ مِنَ الحيواناتِ البرّيّةِ الّتي تكْتَنُّ شِتاءً في جُحورِها أوْ بيْنَ النَّبْتِ الغامِرِ تتَّخِذُ وَضْعًا دائِريًّا في أثْناءِ إسْباتِها. ومِثْلَ هذا تفْعَلُ القِطَطُ المنْزِليّةُ حينَ ترْقُدُ مُحَوَّاةً أمامَ نارِ المَوْقِدِ.





واخْتِيارُ هذا الوَضْعِ ليْسَ عبَثًا، ولَيْسَتِ الغايةُ مِنْهُ الرّاحةَ فقط. في هذا الوَضْعِ تقِلُّ مِساحةُ الجِسْمِ المُعَرَّضةُ للهَواءِ ويقِلُّ بالتّالي الفَقْدُ الحَراريُّ مِنْ جِسْمِ الحَيَوانِ.

وتلْجأُ بعْضُ الحيواناتِ المُسْبِتةِ كالسَّناجِبِ إلى التكَوُّرِ بالانْطِواءِ للحِفاظِ على حرارةِ الجِسْمِ خِلالَ نوْمِ الشِّتاءِ الطّويلِ.

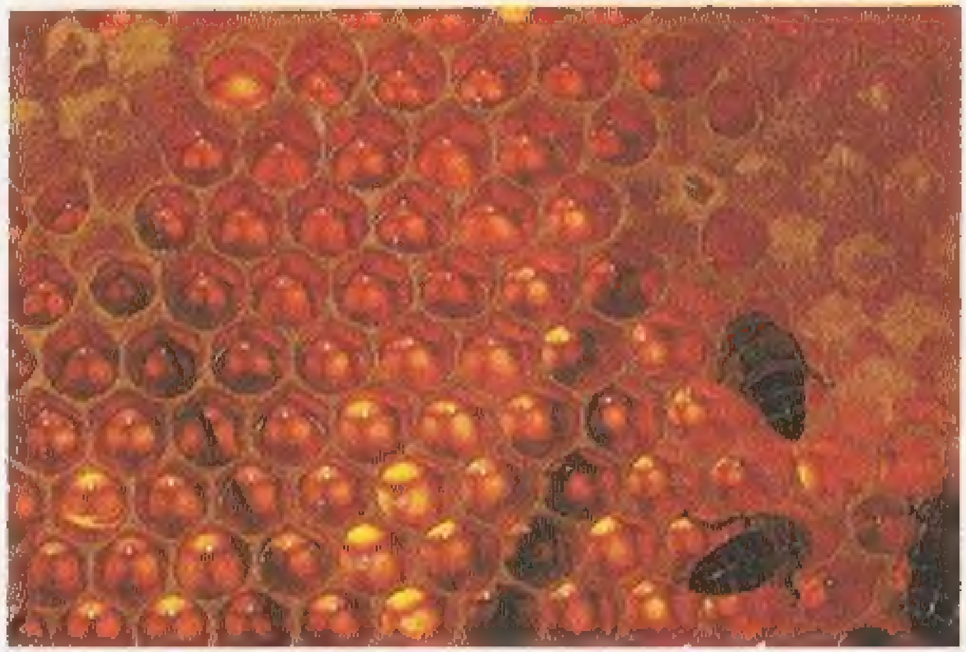


أمّا القُنْفُذُ الجَبانُ (الظّاهِرُ في الصّورةِ أعْلاهُ) فيتكوَّرُ مُحْتَميًا بغِطائِهِ الشَّوْكيّ اتِّقاءً لافْتِراسِ الضّواري. وتلْتَفُّ دُوَيْبّةُ عيْرَقْبان (الظّاهِرةُ إلى اليمينِ) وتتكوَّرُ حينَما تُهَدِّدُها أُمُّ أرْبعٍ وأرْبعينَ نَهِمةً. ومِثْلَ ذلِكَ يفْعَلُ حلَزونُ البَحْرِ حينَما تُهاجِمُهُ الأسْماكُ.



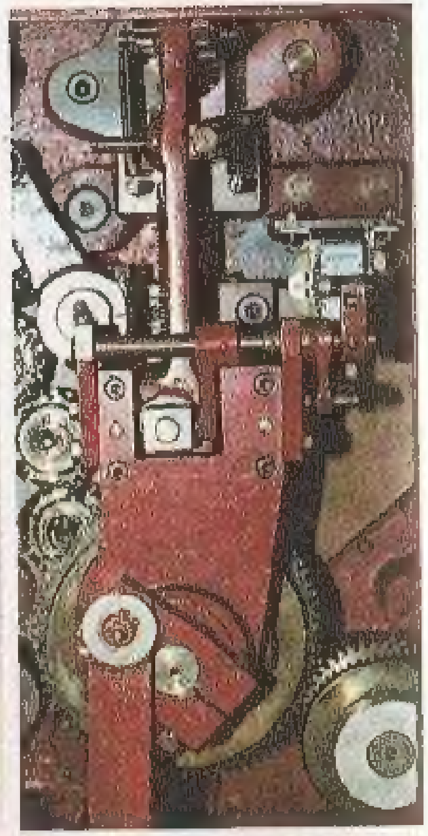
أحفورةُ حلَزونٍ بحْريّ (أمونيت)

وَلَعَلَّ مِنْ أَغْرَبِ أَشْكالِ الدّائِرَةِ في الطَّبيعَةِ ما تَصْنَعُهُ نَحْلُ العَسَلِ مِنْها . فالنَّحْلُ تَخْزِنُ العَسَلَ في نَخاريبِ الأَقْراصِ السُّداسِيَّةِ الشَّكْلِ - والأَرْجَحُ أَنَّ النَّحْلَ لا تَبْني عُيونَ الشُّهادِ هٰذِهِ سُداسِيَّةً بَلْ دائِرِيَّةً . لٰكِنَّ آلافَ العُيونِ المُحْتَشِدَةِ بِمَخْزونِها تَتَراصُّ بِشَكْلٍ لا يَتْرُكُ فَراغاتٍ بَيْنَها ، والشَّكْلُ الَّذي يَتَحَقَّقُ بِهِ ذٰلِكَ هَنْدَسِيًّا هُوَ الشَّكْلُ السُّداسِيُّ .



العَجَلَةُ (الدَّولابُ) . والشَّكْلُ الدّائِرِيُّ الَّذي لا غِنًى لِلْإِنْسانِ عَنْهُ هُوَ العَجَلَةُ ؛ فالعَجَلَةُ تُعْتَبَرُ بِحَقٍّ أَحَدَ أَعْظَمِ اكْتِشافاتِ العَقْلِ البَشَرِيِّ . وبِبَساطَةٍ نَقولُ إِنَّ الحَياةَ في عالَمِنا المُعاصِرِ تُشَلُّ تَمامًا بِدونِ العَجَلاتِ والدَّواليبِ ، فإِنَّهُ لَمِنَ الصَّعْبِ التَّفْكيرُ في مَكَنَةٍ أَوْ آلَةٍ لا تَشْتَمِلُ عَلى دولابٍ ما في مَكانٍ ما مِنْ تَصْميمِها !









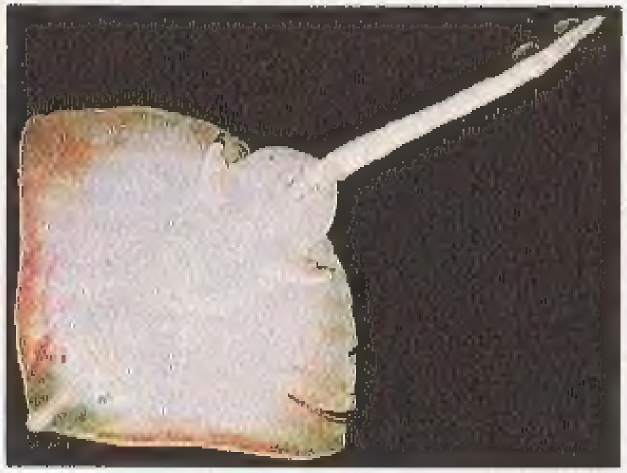
المُثَلَّثاتُ



ومِنَ الأَشْكالِ الَّتي يَكْثُرُ وُجودُها في الطَّبيعَةِ حَوْلَنا الشَّكْلُ المُثَلَّثِيُّ . فالكَثيرُ مِنَ الأَشْجارِ ، وبِخاصَّةٍ الصَّنَوْبَرِيّاتِ ، مُثَلَّثِيُّ الشَّكْلِ مَخْروطِيُّهُ – وهٰذا يَسْمَحُ لِنورِ الشَّمْسِ بِبُلوغِ الأَغْصانِ السُّفْلِيَّةِ وأَوْراقِها . ولِبَعْضِ الشَّجَرِ كالبَتولَا (إلى اليَسارِ) أَوْراقٌ مُثَلَّثِيَّةٌ .



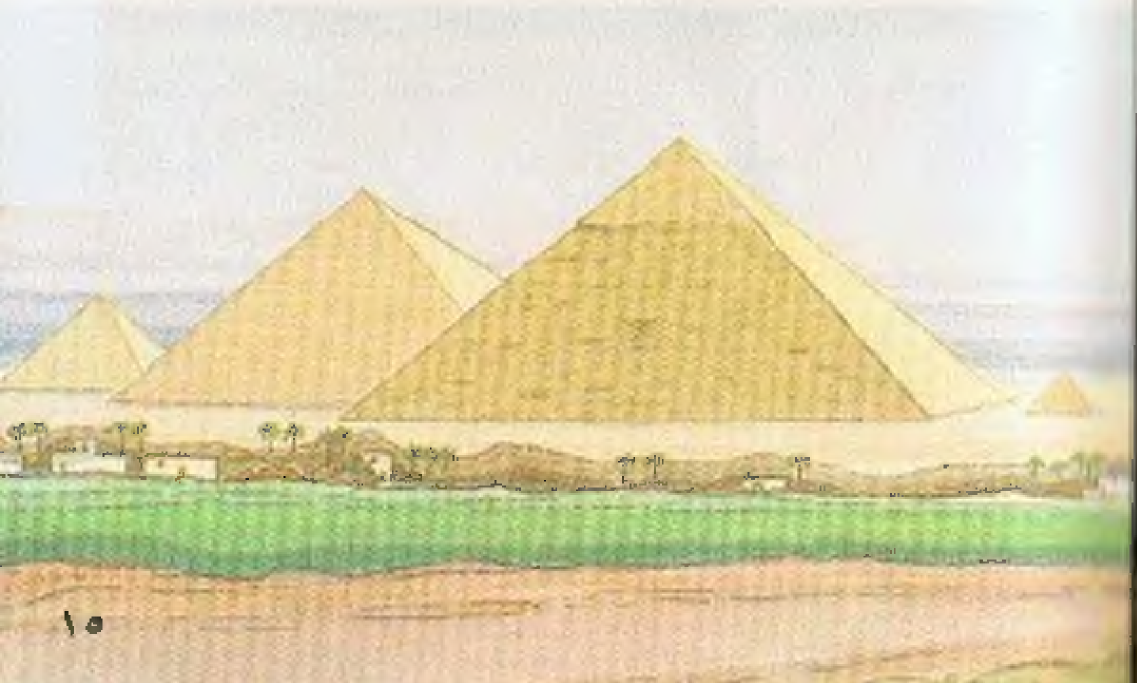
شَجَرَةُ تَنوبٍ (مِنَ الصَّنَوْبَرِيّاتِ)



والكَثيرُ مِنَ السَّمَكِ ، وبِخاصَّةٍ الشُّفْنينَ والقِرْشَ ، مُثَلَّثِيُّ الشَّكْلِ أَيْضًا . وحَراشِفُ السَّمَكِ كَذٰلِكَ مُثَلَّثِيَّةُ الشَّكْلِ تَنْتَظِمُها أَنْماطٌ مُحَدَّدَةُ النَّسَقِ .

شِفْنينٌ شَوْكِيُّ الظَّهْرِ

وقَدِ اسْتَخْدَمَ البَنّاؤونَ عَلى مَرِّ القُرونِ الشَّكْلَ المُثَلَّثِيَّ لِمَتانَتِهِ وجَمالِهِ . ومِنَ الأَمْثِلَةِ الرّائِعَةِ عَلى ذٰلِكَ أَهْرامُ الجيزَةِ (الظّاهِرَةُ أَدْناهُ) الَّتي شَيَّدَها المِصْرِيّونَ القُدَماءُ عامَ ٣٠٠٠ ق.م. بِدِقَّةٍ فائِقَةٍ مُدْهِشَةٍ دونَ الاسْتِعانَةِ بِالمُعَدّاتِ الهَنْدَسِيَّةِ المَعْروفَةِ حالِيًّا . وكَذٰلِكَ أَكْثَرَ مِعْمارِيّو الأَنْدَلُسِ وأوروبّا في العُصورِ الوُسْطى مِنِ اسْتِعْمالِ العُقودِ والمُثَلَّثاتِ ، وما زالَتِ القُصورُ والمَعابِدُ الَّتي شادوها تَشْهَدُ لِلشَّكْلِ المُثَلَّثِيِّ بِالجَمالِ والقُوَّةِ .



المُرَبَّعاتُ

يُلاحَظُ الشَّكْلُ الرُّباعِيُّ في تَقاسيمِ الحَيَواناتِ الكَبيرَةِ وبَعْضِ أجْزائِها ، ولٰكِنَّنا لا نَعْرِفُ بَعْدُ حَيَوانًا أَوْ نَباتًا مُرَبَّعَ الشَّكْلِ بِالكامِلِ .

أَمّا في عالَمِ الجَمادِ فالشَّكْلُ المُرَبَّعُ مَأْلوفٌ في بِلَّوْراتِ الكَثيرِ مِنَ المَوادِّ الكيماوِيَّةِ . ويُمْكِنُ مُشاهَدَةُ بِلَّوْراتِ مِلْحِ الطَّعامِ والسُّكَّرِ المُكَعَّبَةِ بِالعَدَسَةِ المُكَبِّرَةِ .

بِلَّوْراتُ السُّكَّرِ



وتَتَّخِذُ سوقُ النَّباتاتِ البَرِّيَّةِ مُخْتَلِفَ الأَشْكالِ والحُجومِ . ولَوْ تَفَحَّصْنا مَقاطِعَ عَرْضِيَّةً لِعَدَدٍ مِنْها لَشاهَدْنا أَمْثِلَةً عَلى الأَشْكالِ الهَنْدَسِيَّةِ الثَّلاثَةِ الرَّئيسِيَّةِ :

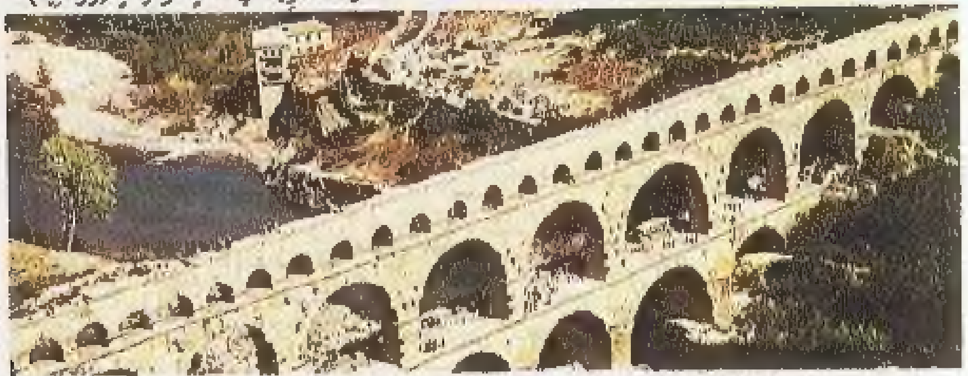


قُراصٌ (قُرَيْص) «مُرَبَّعٌ»

أُقْحُوانٌ «دائِرَةٌ»

سُعادى (دِيس) «مُثَلَّثٌ»

عُقودٌ قَنْطَرِيَّةٌ في قَناةٍ مَرْفوعَةٍ (رومانِيَّةٌ)



وكَما تَسْتَخْدِمُ النَّباتاتُ والحَيَواناتُ (ومِنْ ضِمْنِها الحَشَراتُ) الهَنْدَسَةَ في كِفاحِها مِنْ أَجْلِ البَقاءِ ، كَذٰلِكَ يَسْتَخْدِمُ الإِنْسانُ أَشْكالًا تُحاكي هَنْدَسَةَ الطَّبيعَةِ لِبِناءِ مَساكِنَ تَقيهِ الحَرَّ والبَرْدَ وتُوَفِّرُ لَهُ الأَمْنَ والرّاحَةَ ، وأَحْيانًا لِتَشْييدِ تَصاميمَ مِعْمارِيَّةٍ تُسَرُّ لَها نَفْسُهُ . وفي الحَضاراتِ التُّراثِيَّةِ اعْتَمَدَ الإِغْريقُ التَّصاميمَ المُسْتَطيلَةَ مِثْلَما اعْتَمَدَ المِصْرِيّونَ القُدَماءُ المُثَلَّثَ في الأَهْرامِ وأَدْخَلَ الرّومانِيّونَ العَقْدَ (القَنْطَرَةَ) الَّذي هُوَ بَعْضُ الدّائِرَةِ . وفي فَنِّ العِمارَةِ العَرَبِيِّ دَمْجٌ رائِعٌ لِهٰذِهِ جَميعًا تَظْهَرُ آثارُهُ في قُصورِ الأَنْدَلُسِ وجَوامِعِ قُرْطُبَةَ والأُمَوِيِّ والأَزْهَرِ .

وتَبْدو التَّصاميمُ الهَنْدَسِيَّةُ الأَساسِيَّةُ جَلِيَّةً حَتّى في العِمارَةِ البِدائِيَّةِ كَما في دورِ اللَّبِنِ أَوْ أَخْصاصِ الهُنودِ الحُمْرِ أَوْ أَكْواخِ الأَسْكيمو .



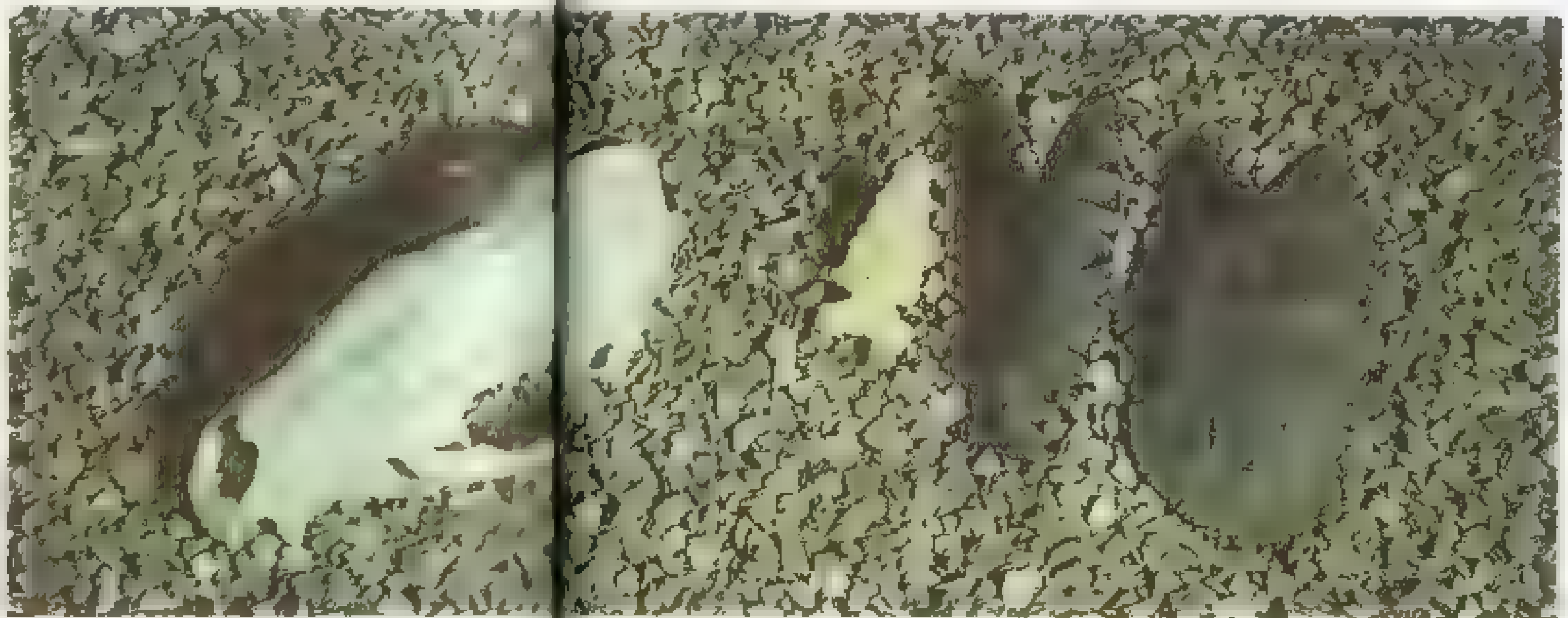
دارُ اللَّبِنِ «مُرَبَّعَةٌ»

كوخُ الأَسْكيمو «دائِرِيٌّ»

خُصُّ الهُنودِ الحُمْرِ «مُثَلَّثِيٌّ»

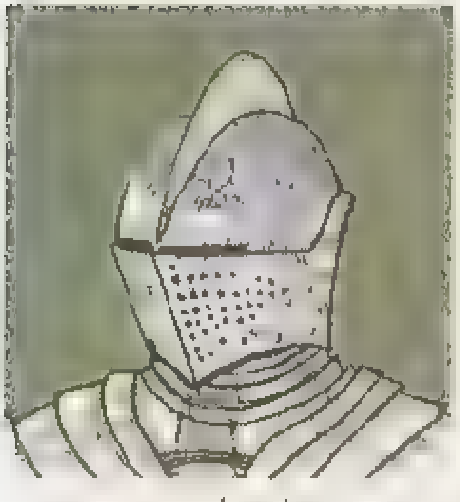
الإنسانُ القديمُ يأخذُ الهندسةَ عن الطَّبيعةِ

تعرَّفَ الإنسانُ القديمُ الأشكالَ الهندسيَّةَ من الطَّبيعةِ. وقد عثرَ علماءُ الآثارِ المنقِّبونَ في كهوفِ الإنسانِ القديمِ على أوانٍ فخاريَّةٍ وأسفاطٍ مزيَّنةٍ بتصاميمَ دائريَّةٍ ومربَّعةٍ ومثلَّثيَّةٍ. كما كشفوا أدواتٍ وأسلحةً حجريَّةً مثلَّثيَّةً سهميَّةً متناسقةً ومتماثلةً. وصنعُ مثلِ هذهِ الأدواتِ على هذا الشَّكلِ يمكِّنُ من قذفِها على استقامةٍ أدقَّ ولمسافةٍ أطولَ ممّا يُعطي الصَّيادَ فرصةً أفضلَ لإصابةِ الهدفِ.



ولعلَّ الإنسانَ البدائيَّ الأوَّلَ الَّذي استخدمَ ظِرّانةً طبيعيَّةً سهميَّةً كسلاحٍ لم يقصدْ إعطاءَها شكلَها المعهودَ. بل لعلَّهُ جمعَ كومةً من شقفِ الظِّرّانِ حولَهُ، وخبِرَ بالتَّجربةِ ذلكَ الشَّكلَ لوفائِهِ بالغرضِ الَّذي أرادَها لهُ فحاكاهُ. ثمَّ قلَّدَ أفرادُ قبيلتِهِ ذلكَ الشَّكلَ، وعنهُمْ أخذتْهُ جماعاتٌ أخرى فانتشرَ وعمَّ.

والَّذي يسترعي نظرَ المراقبِ لمعروضاتِ المتاحفِ أنَّ أدواتِ وأسلحةَ العصرِ الحجريِّ، المكتشفةَ في أماكنَ مختلفةٍ من العالمِ، متشابهةٌ إلى حدٍّ بعيدٍ. فالشَّكلُ السَّهميُّ، وهوَ الشَّكلُ الأكثرُ كفاءةً وملاءمةً. ينطبقُ عليها جميعِها أكانَ مصدرُها أوروبّا أو أمريكا أو آسيا. ومثلُ هذا الشَّكلِ المستهدفِ نقلًا عن اكتشافٍ أصيلٍ يُدعى **شكلًا منطقيًّا** لأنَّهُ يجيءُ نتيجةً لتفكيرٍ يسبقُ الصُّنعَ.



أقصى اليمين: ظرانٌ سهميَّةٌ من العصرِ الحجريِّ،
إلى اليمين: جمجمةُ غريرٍ،
فوق: خوذةٌ من القرونِ الوسطى

وتحملُ بعضُ الخوذِ القديمةِ حافَّةً نابتةً في أعلاها. ولعلَّ هذا التَّصميمَ مقتبسٌ عن الحرفِ النّاتئِ في أعلى جمجمةِ الغريرِ لحمايةِ رأسِ هذا الحيوانِ الحفّارِ من انهيالِ التُّرابِ وهوَ يحفرُ جحرَهُ. فإن صحَّ هذا الحدسُ كانَ ذلكَ مثلًا آخرَ على الشَّكلِ المنطقيِّ

التّماثُلُ

التّماثُلُ هُوَ إحْدى أهمّ الخصائِصِ الهَنْدسيّةِ في العالَمِ الطّبيعيّ. ويكونُ الشّكْلُ مُتماثِلًا حينَ يتشابَهُ شَطْراهُ المُتقابِلانِ تمامًا مِنْ حيْثُ الحَجْمُ والشّكْلُ وسواهُما منَ التّفاصيلِ – أيْ إنّهُ يُمكِنُ شطْرُ الشّكْلِ المُتماثِلِ طُوليًّا في مُنتصَفِهِ إلى قِسْمَيْنِ مُتكافِئَيْنِ ومُتناظِرَيْنِ تمامًا.

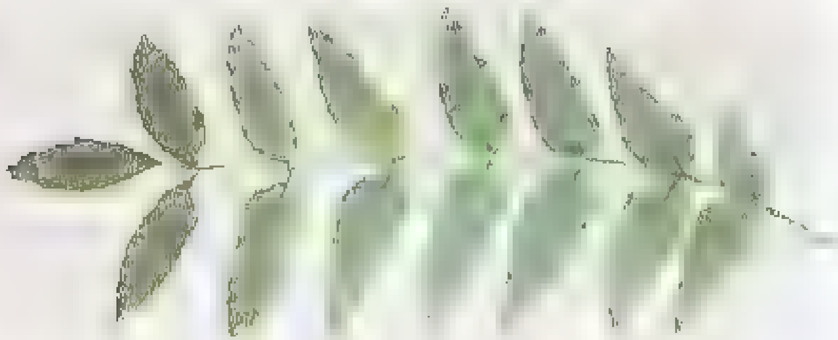
ويُضْفي التّماثُلُ على الكائِنِ الحَيّ انْسِجامًا وتوازُنًا كامِلَيْنِ، لِأنّ نِسَبَ الجِسْمِ مُتساويةٌ. فلَوْ كانَتِ الفَراشةُ غيْرَ مُتماثِلةِ الشّكْلِ



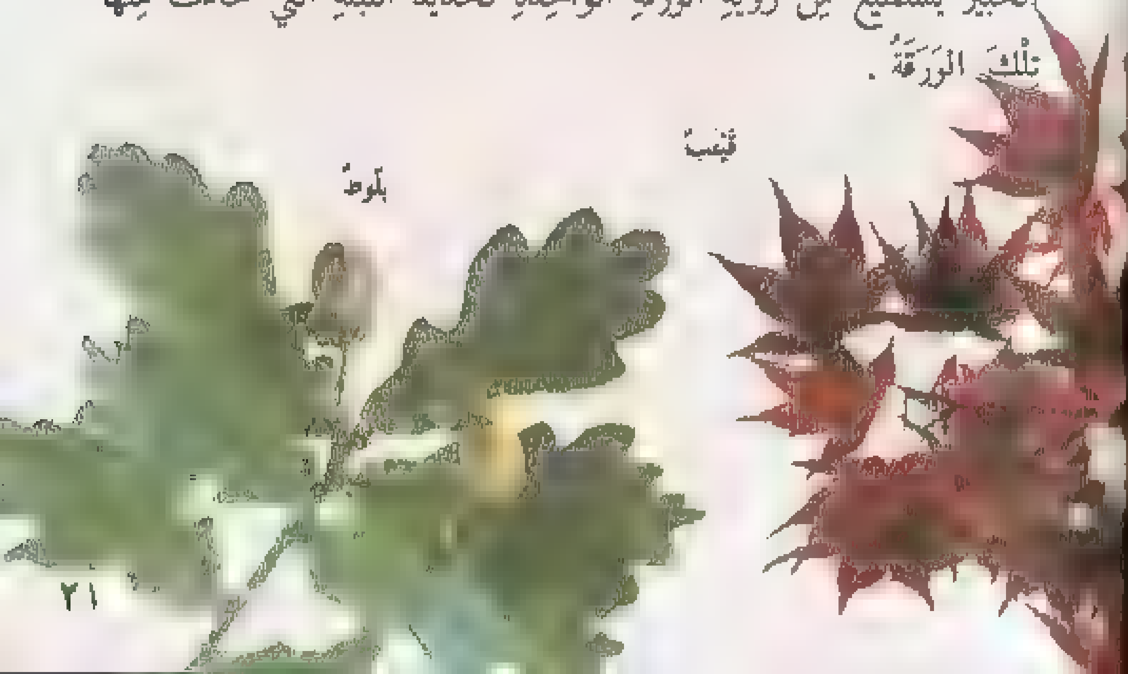
فراشة

لَعَجزَتْ عَنِ الطّيَرانِ، ولَوْ كانَتْ أطْرافُ العَظايةِ مُتفاوِتةَ الحَجْمِ لَكانَتْ عَديمةَ الجَدْوى. ويَكْفي لإدْراكِ ذلكَ تَصوُّرُ إحْدى ذِراعَيْكَ أطْولَ مِنَ الأُخْرى بِمِتْرٍ!

فأوْراقُ النّباتِ ذاتُ العِرْقِ المُتوسّطِ مُتماثِلةٌ – وشَطْرُ الورَقةِ إلى جنْبِ العِرْقِ طَبَقٌ لِلشّطْرِ في الجانِبِ الآخَرِ. كذلِكَ فإنّ توْزيعَ الأوْراقِ على أغْصانِ الكثيرِ مِنَ الأشْجارِ (كالدّرْدارِ) مُتماثِلُ النّسَقِ.

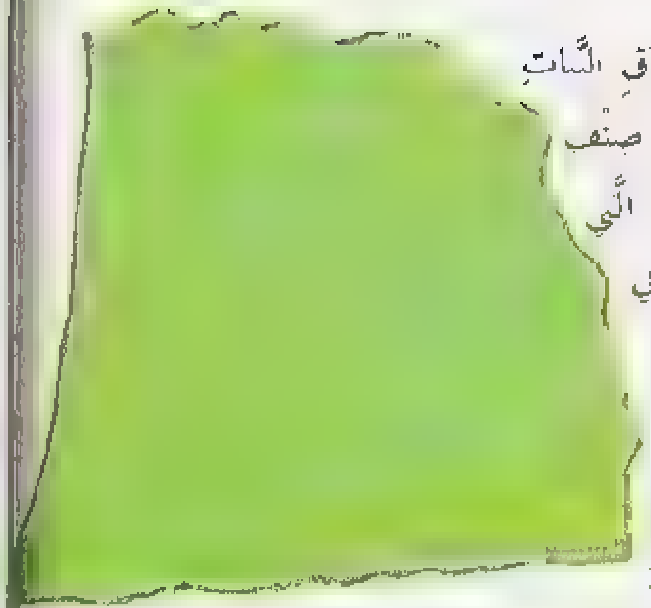


وأوْراقُ الشّجَرِ في العادةِ ثابِتةُ الشّكْلِ. فبالرّغْمِ مِنْ وُجودِ أصْنافٍ مُتعدّدةٍ مِنَ البَلّوطِ والقَيْقَبِ مثَلًا، فإنّ شَكْلَ الورَقِ ثابِتٌ في كُلّ نوْعٍ – أيْ إنّ الأوْراقَ في كُلّ أصْنافِ البَلّوطِ (أوِ القَيْقَبِ) تبْدو عادةً مُتشابِهةً. وهٰذا يجْعَلُ مِنْ ورَقِ الشّجَرةِ دَليلًا مَوْثوقًا عليْها. فالنّباتيُّ الخَبيرُ يسْتطيعُ مِنْ رُؤيةِ الورَقةِ الواحِدةِ تحْديدَ النّبْتةِ الّتي جاءَتْ مِنْها تلْكَ الورَقةُ.



قَيْقَب

بَلّوط



ومِنْ أَغْرَبِ أَشْكالِ وَرَقِ النَّباتِ أَوْراقُ الجِنْكةِ وهِيَ شَجَرَةٌ مِنْ صِنْفِ الزَّهْرِيَّاتِ عارِياتِ البِزْرِ الَّتي ازْدَهَرَتْ قَبْلَ مَلايينِ السِّنينَ في عَصْرِ الدّيناصوراتِ ولَمْ يَبْقَ مِنْها حالِيًّا غَيْرُ الجِنْكةِ. وهذِهِ الشَّجَرَةُ واسِعَةُ الإنْتِشارِ في الحَدائِقِ العامَّةِ والمُدُنِ ولا تَتَأَثَّرُ بِالتَّلَوُّثِ. وأَوْراقُ الجِنْكةِ مُتَماثِلَةٌ مُثَلَّثِيَّةٌ أَوْ مِرْوَحِيَّةُ الشَّكْلِ يَبْلُغُ طولُ الوَرَقَةِ مِنْها حَوالى ثَمانِيَةِ سَنْتيمِتْراتٍ.

وبَعْضُ أَنْواعِ النَّباتِ مُتَعَدِّدُ أَشْكالِ الوَرَقِ كالسّاسفراسِ (إلى أَسْفَلُ) في أَمْريكا الشَّمالِيَّةِ الَّذي لِأَوْراقِهِ ثَلاثَةُ أَشْكالٍ مُتَبايِنَةٍ تَنْمو



على الغُصْنِ نَفْسِهِ. وأَوْراقُ اللَّبْلابِ أَيْضًا مُتَعَدِّدَةُ الشَّكْلِ (إلى الأَسْفَلِ يسارًا) وهذا يُلائِمُ النَّبْتَةَ لِمُتَسَلِّقَةَ حائِطًا أَوْ سِياجًا، إذْ تَتَراصُّ الأَوْراقُ كالفُسَيْفِساءِ فتَحْصُلُ كُلُّ وَرَقَةٍ عَلى أَوْفَرِ نَصيبٍ لها مِنْ نورِ الشَّمْسِ.

ومَهْما تَفاوَتَ شَكْلُ الأَوْراقِ في النَّباتاتِ تَظَلُّ وَظيفَةُ الأَوْراقِ ثابِتَةٌ وهِيَ صُنْعُ غِذاءِ النَّباتِ بِالتَّمْثيلِ (أَوِ التَّرْكيبِ) الكلوروفيلِيِّ فأَوْراقُ النَّباتِ هِيَ مَصانِعُ الغِذاءِ الأَساسِيَّةِ لِلنَّباتِ والحَيَوانِ. وبَعْضُ وَرَقِ النَّباتِ مُشَرْشَرٌ أَوْ مُضَرَّسٌ، وهذا يُساعِدُ في تَبَخُّرِ الماءِ النّاتِجِ بِالتَّمْثيلِ الكلوروفيلِيِّ وفي تَصْريفِ ماءِ المَطَرِ وتَقْليلِ المُقاوَمَةِ لِلرّيحِ.

لبلابٌ



وَرَقَةُ بَلّوطٍ



الشَّكْلُ الخماسيُّ

كانَ العالِمُ اليونانيُّ فيثاغورَس – أحَدَ أبْرَعِ عُلماءِ الرِّياضيّاتِ عَبْرَ العصورِ – مُغْرَمًا ومأخوذًا بالهَنْدَسَةِ كَما نَعرِفُها في الصِّيغَةِ. وقدْ ألَّفَ هُوَ وأتْباعُهُ أخَوِيَّةً سِرِّيَّةً تَدْرُسُ الهَنْدَسَةَ بقُدْسيَّةِ الدِّينِ. وكانَ شِعارُهُمُ السِّرِّيُّ شَكْلًا مُخَمَّسًا. وهُوَ شكْلٌ عرَفوهُ في الطَّبيعَةِ. والأشْكالُ المُخَمَّسَةُ توجَدُ في دُنْيا النَّباتِ عادةً. لكنَّ بَعْضَ الكائناتِ في المملكَةِ الحَيَوانيَّةِ خُماسيُّ الشَّكْلِ كنَجْمِ البَحْرِ. وخُماسيَّةُ الشَّكْلِ تَبْدأُ في التَّجْميعاتِ أجِنَّةً، وتُكْسِبُها كَثيرَةً مَناعةً على صَدَماتِ المَوْجِ ورحيحِهِ



أحفورةٌ لِقُنفُذِ البحرِ البدائيّ



الأجزاءُ الخمسةُ لِقُنفُذِ البحرِ (إلى اليسار)



بَنَفْسَجةٌ خُماسيَّةُ التُّوَيجات



نَجْمُ البحرِ



الحلزون

للحَلزونِ شَكْلٌ لَوْلَبيٌّ جَميلٌ. وأفضلُ الأمثِلَةِ عليهِ ما نَراهُ في الطَّبيعَةِ مِنْ حَوايا على مَحارِ القَواقِعِ. والقَواقِعُ ضُروبٌ مُتَعَدِّدَةٌ، مِنها البَرِّيُّ الزّاحِفُ بَيْنَ نَبْتِ الحراجِ السُّفْليِّ أوْ في الحُقولِ والمَناطِقِ الرَّطْبَةِ، ومِنها ما هُوَ بَحْرِيٌّ أوْ ما يَسْتَوْطِنُ المِياهَ العَذْبَةَ. وتتألَّفُ مَحارُ القَواقِعِ أوْ أصْدافُها مِنَ الكالْسيوم، وحَواياها مِنَ الدِّقَّةِ الدَّوْليَّةِ بحَيْثُ تَتَحدّى دِقَّةَ المُهَنْدِسينَ! وفي حَوايا المَحارِ البَحْرِيَّةِ سِلالٌ مِنَ الأنْواعِ الغَريبَةِ بمُخْتَلِفِ الأحْجامِ مَخْروطيَّةِ الشَّكْلِ أوْ دائِريَّةٍ أوْ كُرَويَّةٍ يُقْبِلُ عَلى شِرائِها الهُواةُ.

مِنَ القَواقِعِ ما حَوِيَّتُهُ يَمينِيَّةُ الوَلْبَةِ أيْ إنَّ لِنّاظِرِ إلَيْها مِنْ عَلٍ يَراها تَلُفُّ بِاتِّجاهِ عَقْرَبِ السّاعةِ كالنَّوتِيِّ والحَفّارِ والوِلْكِ والمَخْروطِيِّ المَحارَةِ، ومِنْها ما هُوَ يَساريُّ الوَلْبَةِ كالوِلْكِ البَرّاقِ.



الوِلْكُ البَرّاقُ مِنَ القَواقِعِ اليَسارِيَّةِ الوَلْبَةِ

وتَشِذُّ حَوايا بَعْضِ أفْرادِ النَّوعِ عَنْ نَمَطِ المَجْموعِ فيُقْبِلُ هُواةُ جَمْعِ المَحارِ عَلى حِيازَتِها ويَدْفَعونَ فيها ثَمَنًا عالِيًا



والمَعْروفُ أنَّ عَنْكَبوتَةَ الحَدائِقِ حينَ تَنْسِجُ شُعَّها عَلى جُنْبَةٍ في صَباحٍ باكِرٍ تُؤَسِّسُ لَهُ بِخَيْطٍ حَلَزونِيٍّ يَمينِيِّ الدَّوَرانِ بَدْءًا مِنْ مَرْكَزِ الإطارِ المُسْتَطيلِيِّ الشَّكْلِ الَّذي تَكونُ مَغازِلُها لِحَريرِيَّةٍ قَدْ حَبَكَتْهُ. وعِنْدَ الانْتِهاءِ مِنْ نَسْجِ البَيْتِ تُتْلِفُ العَنْكَبوتَةُ ذلِكَ الأساسَ

وقَدْ تَبْدو حَلَزونِيَّةُ عَنَماتِ البِسِلّى لا نِظامِيَّةً أوْ عَشْوائِيَّةً لِتَشابُكِها، ولكِنَّها في الحَقيقَةِ تَتَحَوّى رِياضِيًّا في البَحْثِ عَنْ سِنادٍ تَتَعَلَّقُ بِهِ. وتُفيدُ نابِضِيَّةُ الحَلَزونِ في إعْطاءِ العَنَمَةِ قُوَّةً وقابِلِيَّةَ تَثَنٍّ مُدْهِشَتَيْنِ فَلا بُدَّ مِنَ الشَّدِّ بِقُوَّةٍ لِنَزْعِ العَنَماتِ عَنْ سِنادِها.

وقَدْ حاكى الإنْسانُ كُلَّ هذا – فالنَّوابِضُ في كَراسِيِّنا وفُرُشِنا شَبيهَةٌ جِدًّا بِعَنَمِ البِسِلّى. وتَسْتَخْدِمُ نَباتاتٌ أُخْرى وبِخاصَّةٍ المُتَسَلِّقَةُ مِنْها ظاهِرَةَ الحَلَزونِ كَما نَرى في اللَّبْلابِ وضَريمَةِ الجَدْيِ (الياسَمينِ القَرّاتي) والفاشِرا (عِنَبِ الحَيَّةِ). وتُلاحَظُ حَلَزونِيَّةٌ لَصيقَةٌ في زَهْرَةِ القُنَّبيطِ وفي أكْوازِ الصَّنَوْبَرِ.



تُبَيِّنُ الخُطوطُ المُنَقَّطَةُ بِدايَةَ الحَلَزوناتِ في زَهْرَةِ القُنَّبيطِ هذِهِ



صِلٌّ (كوبرا) مِصْرِيٌّ

إِسْتِخْدَاماتٌ غَرِيبَةٌ لِلْحَلَزونِ . نُشاهِدُ في الحَيّاتِ أَحَدَ أَغْرَبِ اسْتِخْداماتِ الطَّبيعَةِ لِظاهِرَةِ الحَلَزونِ . فالصِّلُّ وذَواتُ الأَجْراسِ تَتَّخِذُ الوَضْعَ اللَّوْلَبِيَّ حينَما يَتَهَدَّدُها خَطَرٌ لِيَسْهُلَ عَلَيْها قَذْفُ جِسْمِها إِلى الأَمامِ حينَما تَهْجُمُ (لِتَلْدَغَ) .

وَمِنَ الأَمْثِلَةِ الأُخْرى عَلى المُنْحَنى الحَلَزونِيِّ في الطَّبيعَةِ ذَنَبُ الحِرْباءِ (١) وخُرْطومُ الفيلِ - مُحَوًّى (٢) ومَسارُ الفَراشَةِ نَحْوَ لَهَبِ شَمْعَةٍ (٣) وقَرْنا الكَبْشِ (٤) . ونَذْكُرُ أَنَّ الفَراشاتِ بِفَضْلِ عُيونِها المُرَكَّبَةِ تَتَّجِهُ نَحْوَ الهَدَفِ بِزاوِيَةٍ مُعَيَّنَةٍ تُواصِلُ تَعْديلَ المَسارِ بِحَسَبِها فَيَنْتُجُ عَنْ ذلِكَ مَسارٌ حَلَزونِيٌّ .



ليوناردو فيبوناتشي

كانَ فيبوناتْشي تاجرًا ثريًّا من أُسرةِ مدينةِ بيزا بإيطاليا في القرنِ الثالثَ عشَرَ. وكانَ مُولعًا بالرِّياضيّاتِ والمسائلِ الرِّياضيّة، فكانَ في تجوالِهِ للتِّجارةِ في أنحاءِ العالَمِ يَدْرُسُ الرِّياضيّاتِ في أوقاتِ فراغِهِ حتّى بَرَعَ فيها. وكانَ أنْ ألّفَ عِدَّةَ كُتُبٍ في الرِّياضيّاتِ أودعَها مُلاحظاتِه. وكانَ بَعْضُ هذِهِ الكُتُبِ مِنَ الجودةِ بحيثُ تستخدمُهُ طُلّابُ الرِّياضيّاتِ في الجامعاتِ. وفي أَحَدِ مُؤلَّفاتِهِ المُسمّى **كتاب العدّ** يَصِفُ فيبوناتْشي سِلْسِلَةَ أرقامٍ مُتتاليةٍ لَها اتّصالٌ بالطَّبيعةِ غريبٌ، تُعرَفُ حاليًّا في عُلومِ الرِّياضيّاتِ باسْمِ **مُتَتالِيَةِ فيبوناتشي**.

مُتتاليةُ فيبوناتْشي

٠، ١، ١، ٢، ٣، ٥، ٨، ١٣، ٢١، ٣٤، ... وهكذا

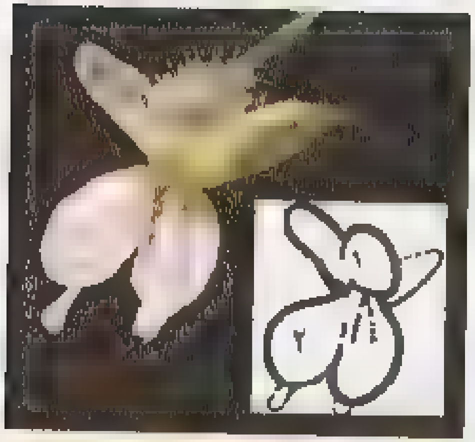
فكلُّ حَدٍّ (عَدَدٍ) في هٰذِهِ المُتتاليةِ، بَعْدَ الحَدَّيْنِ الأوَّلَيْنِ، مُساوٍ لِمَجْموعِ الحَدَّيْنِ اللَّذَيْنِ قَبْلَهُ. فمثلًا:

٠ + ١ = ١، ١ + ١ = ٢، ١ + ٢ = ٣، ٢ + ٣ = ٥،

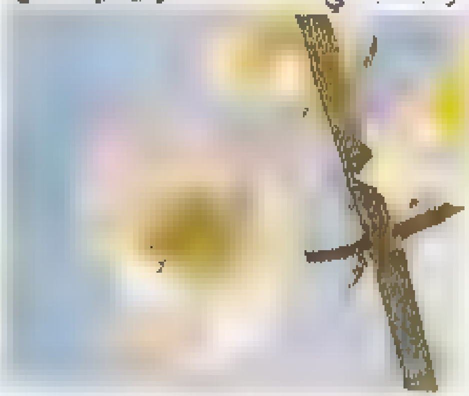
٥ + ٨ = ١٣، ٨ + ١٣ = ٢١

ومُتتاليةُ فيبوناتْشي لا تُبَرْهِنُ شيئًا في الرِّياضيّاتِ ولكنّها تَصِفُ نَسَقًا نَراهُ تَتَكَرَّرُ في الطَّبيعةِ بِشَكْلٍ يُثيرُ الدَّهْشَةَ والاستغراب. فنحنُ نَعْلَمُ أنَّ لِكُلِّ نَوْعٍ مِنَ الزَّهْرِ بَرِّيًّا أوْ مَزْروعًا عَدَدًا مُمَيَّزًا مِنَ التُّوَيْجيّات. والعجيبُ أنَّ هذا العَدَدَ هُوَ عَلى الأغلبِ واحِدٌ مِنْ مُتتاليةِ فيبوناتْشي!

وتَحْوي زهرةُ المرغريتا (النَّجْمِيَّةُ) إحدى وعشرينَ تُوَيْجيّةً، كَما تَحْوي زَهْرَةُ أُقحوانِ المُروجِ أربعًا وثلاثين، ومِثْلُها أيضًا زَهْرَةُ لِسانِ الحَمَلِ.



الزهورُ الثنائيةُ التُّوَيْجيّاتِ نادرةٌ لكنْ بلاقوبا الطَّلاسرِ التي تُزْهِرُ في تمّوزَ لَها تويجتانِ (إلى اليسار)



توجدُ ثلاثُ تُوَيْجيّاتٍ في القصبةِ الزَّنبقيّةِ والنباتاتِ التي تألفُ الماءَ كالسَّهْمِيَّةِ (إلى أسفل)



خماسيّةُ التُّوَيْجيّاتِ هي الأكثرُ شيوعًا، ومِنْ أمثلتِها البنفسجُ والحوذانُ والحُمّاضُ (إلى اليسار)



ستعثرُ على زهرةِ عُشبةِ النواسيرِ ثماني تُوَيْجيّاتٍ (إلى أعلى)



الأزهارُ ذاتُ الثلاثَ عشرةَ تُوَيْجيّةً كثيرةٌ منها زهرةُ الشيخِ (إلى اليسار) والقحوانُ

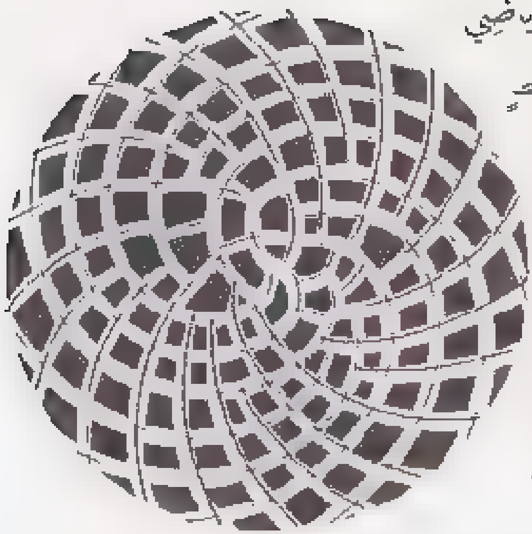
وتظهرُ متتاليةُ فيبوناتشي أيضًا في نسقِ توزُّعِ الأوراقِ على سوقِ النّباتِ، وكذلكَ في توزُّعِ البراعمِ الفتيّةِ على الغُصْنِ.


إزهرارٌ حلزونيٌّ (زهرةُ القمع)

فلو نظرتَ مثلًا إلى البُرْعمِ السُّفْليِّ في غُصْنِ شجرةِ صفصافٍ متعدّدِ الألوانِ وجعلتَ رقمَهُ صِفرًا ثمَّ بدأتَ العدَّ صعودًا حتّى تأتيَ إلى البُرْعمِ الّذي يعلوهُ مباشرةً فإنَّ العددَ هوَ غالبًا مِنْ متتاليةِ فيبوناتشي. كذلكَ فإنَّ عددَ اللّفّاتِ الّتي تدورُها حوْلَ الغُصْنِ للوصولِ إلى ذلكَ البُرْعمِ هوَ أيضًا مِنْ هذهِ المتتاليةِ الغريبةِ.

تنمو البراعمُ حوْلَ الغُصْنِ في نسقٍ حلزونيٍّ، ويبدو هذا النّسقُ واضحًا إذا نظرتَ إلى الغُصْنِ مِنْ قِمّتِهِ ودوّرتَهُ باتّجاهِ عقربِ السّاعةِ. ويمكنُ ملاحظةُ هذهِ اللّولبةِ أيضًا في أكوازِ الصّنوبرِ وزهرِ القُنّبيطِ وبعضِ الأزهارِ كالأقحوانيّاتِ والآذريونِ وربّما كانَ النّمطُ الحلزونيُّ الأشدُّ وضوحًا هوَ ما نشاهدُهُ في زهرةِ عبّادِ الشّمسِ الضّخمةِ (إلى اليمينِ) الشّامخةِ فوقَ أزهارِ الحديقةِ. فبعدَ الإزهارِ وسقوطِ التُّويجيّاتِ





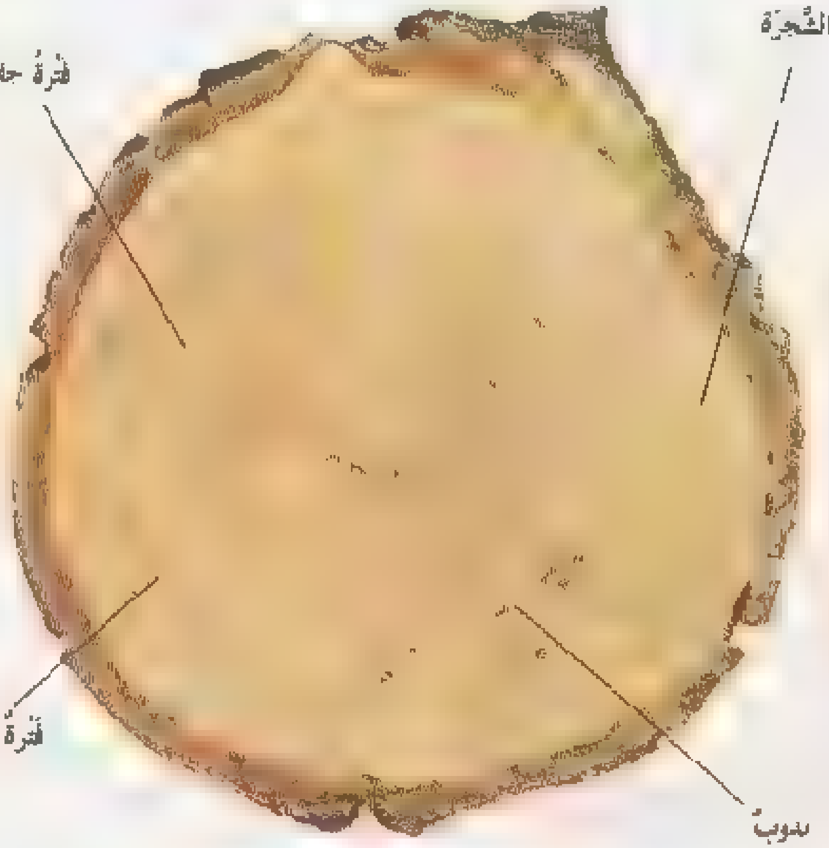
الصُّفْرِ تبقى كُتلةُ الحَبِّ قرصًا رياضيَّ النَّسَقِ. فالبزورُ تتوزَّعُ في نمطٍ حلزونيٍّ تنبثقُ أشعّتُهُ مِنَ المركزِ نحوَ طرفِ القرصِ في اتّجاهِ عقربِ السّاعةِ وبعكسِهِ. وقدْ وجدَ بعضُ الرّياضيّينَ المتحمّسينَ أنَّ العددَ الكُلّيَّ للبزورِ في القرصِ هوَ أيضًا منْ متتاليةِ فيبوناتشي.

وحلزونيّةُ بزورِ عبّادِ الشّمسِ هي نفسُ النّسقِ الحلزونيِّ الّذي ذكرْنا وجودَهُ سابقًا في أصدافِ القواقعِ وشِعِّ العنكبوتِ. وهذا النّسقُ لا يتغيَّرُ شكلُهُ في أثناءِ نموِّهِ التّدريجيّ، وهذا قدْ يعلّلُ شيوعَهُ في الطّبيعةِ. ففي حالةِ النّوتيِّ الحجريِّ المحارةِ يُلاحَظُ نموُّ المحارةِ معَ نموِّ الحيوانِ محتفظةً بتناسقِها كمسكنٍ لهُ. ويعيشُ القوقعُ في الحُجْرةِ الأخيرةِ الّتي هيَ الأكبرُ، بينما تعملُ الحُجَرُ الفارغةُ (إلّا مِنَ الهواءِ) كعوّامةِ طفوٍ تحفظُ الكائنَ في وضعٍ قائمٍ تحتَ الماءِ.


تنمو المحارةُ معَ نموِّ القوقعِ محتفظةً بتناسقِها الحلزونيِّ

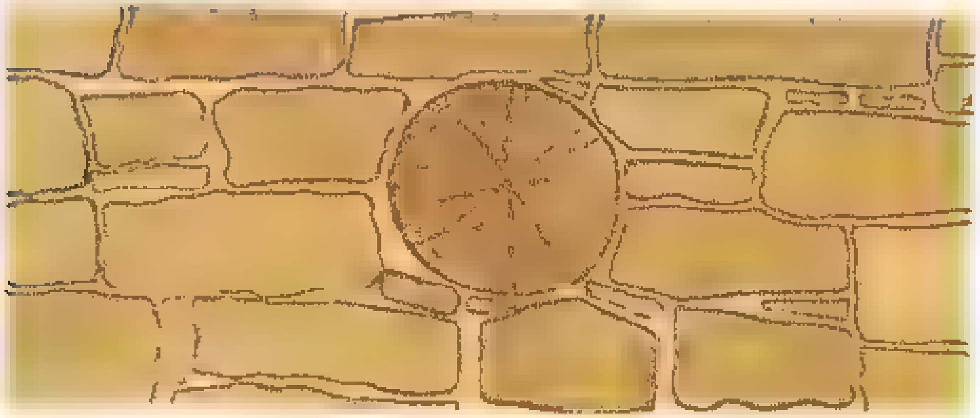
الرِّياضيّاتُ في نُمُوِّ الشَّجَرِ

نَرى في جُذوعِ الشَّجَرِ مَثَلاً آخَرَ عَلى الشَّكْلِ الدّائِرِيِّ في الطَّبيعَةِ. فَجِذْعُ الشَّجَرَةِ يَتَنامى بِواسِطَةِ طَبَقَةٍ مُوَلِّدَةٍ بَيْنَ الخَشَبِ ولِحاءٍ تُدْعَى القَلْبَ (الكَمْبيوم). وتَتَأَلَّفُ هٰذِهِ الطَّبَقَةُ مِنْ آلافِ الحُجَيْراتِ (الخَلايا) الَّتي تُواصِلُ الانْقِسامَ والتَّكاثُرَ طيلَةَ حَياةِ الشَّجَرَةِ. وفي فَصْلِ الرَّبيعِ تُوَلِّدُ طَبَقَةُ الكَمْبيوم خَلايا خَشَبِيَّةً ولِحائِيَّةً جَديدَةً مُسْتَخْدِمَةً الغِذاءَ المُصَنَّعَ في الأَوْراقِ، ويَكونُ لَوْنُ هٰذِهِ الخَلايا فاتِحاً. أَمّا في الصَّيْفِ حَيْثُ يَبْطُؤُ النَّماءُ فَتَكونُ الخَلايا صَغيرَةً نَحيفَةً وداكِنَةَ اللَّوْنِ. وهذا هُوَ سَبَبُ حُصولِ الحَلَقاتِ الَّتي نُلاحِظُها



في جِذْعِ شَجَرَةٍ مَقْطوعٍ. ويُؤَلِّفُ مَخْروطُ النَّماءِ السَّنَوِيِّ، فاتِحاً وداكِناً، حَلَقَةً سَنَوِيَّةً يُمْكِنُ بِتَعْدادِها تَقْديرُ عُمْرِ الشَّجَرَةِ بِالسِّنينِ عَلى الوَجْهِ الصَّحيحِ.

وحينَ تَبْدو الحَلَقَةُ السَّنَوِيَّةُ مُتَّسِعَةً يُسْتَدَلُّ بِها عَلى أَنَّ ظُروفَ النُّمُوِّ (وَفْرَةَ الرُّطوبَةِ وضَوْءِ الشَّمْسِ) كانَتْ مُواتِيَةً في ذٰلِكَ العامِ. وإِنْ ضاقَتِ الحَلْقَةُ دَلَّتْ عَلى قِلَّةِ المَطَرِ في ذٰلِكَ العامِ عَلى الأَغْلَبِ. وقَدِ اسْتَطاعَ العُلَماءُ بِدِراسَةِ حَلَقاتِ النُّمُوِّ في أَشْجارٍ قَديمَةٍ ومُقارَنَتِها أَنْ يَضَعوا خَرائِطَ لِلطَّقْسِ تَعودُ إِلى عِدَّةِ مِئاتٍ مِنَ السِّنينَ. وفي العادَةِ كانَ عَدُّ الحَلَقاتِ يَجْري بَعْدَ قَطْعِ الشَّجَرَةِ إِلّا إِنَّهُ يُمْكِنُ حالِيّاً – لِحُسْنِ حَظِّ الشَّجَراتِ – اسْتِخْراجُ عَيِّنَةٍ قَلْبِيَّةٍ عَبْرَ الجِذْعِ بِمِثْقابٍ خاصٍّ تَظْهَرُ فيها كُلُّ الحَلَقاتِ السَّنَوِيَّةِ دونَ الإِضْرارِ بِالشَّجَرَةِ.



وقَدْ كانَ عُلَماءُ الآثارِ في الوِلاياتِ المُتَّحِدَةِ يَحارونَ في السَّبَبِ الَّذي دَعا قَبائِلَ البويبلو الهِنْدِيَّةَ إِلى هَجْرِ مَوْطِنِ الآباءِ في غَرْبِيِّ القارَّةِ – لٰكِنَّهُمْ وَجَدوهُ في حَلَقاتِ النُّمُوِّ مِنْ جُذوعِ الشَّجَرِ (الرَّسْمُ أَعْلاهُ) الَّتي اسْتَخْدَمَها البويبلو بِبِناءِ بُيوتِهِمُ اللَّبِنِيَّةِ. فَقَدِ اسْتَنْتَجَ العُلَماءُ أَنَّ جَفافاً طَويلاً ورَهيباً حَلَّ بِالمِنْطَقَةِ اضْطَرَّهُمْ لِمُغادَرَةِ مُدُنِهِمِ الصَّغيرَةِ

حوالى عام ١٢٩٠ . وقدْ كانَتِ لحلقاتُ في جذوعِ الشَّجرِ واضحةَ المعالِمِ بفضلِ المناخِ الصَّحراويِّ الجافِّ الَّذي حفظَها مِنَ التَّلفِ ، وكشفَتِ الحلقاتُ أنَّ الأشجارَ قدْ قُطِعتْ قبْلَ ذلكَ التَّاريخِ

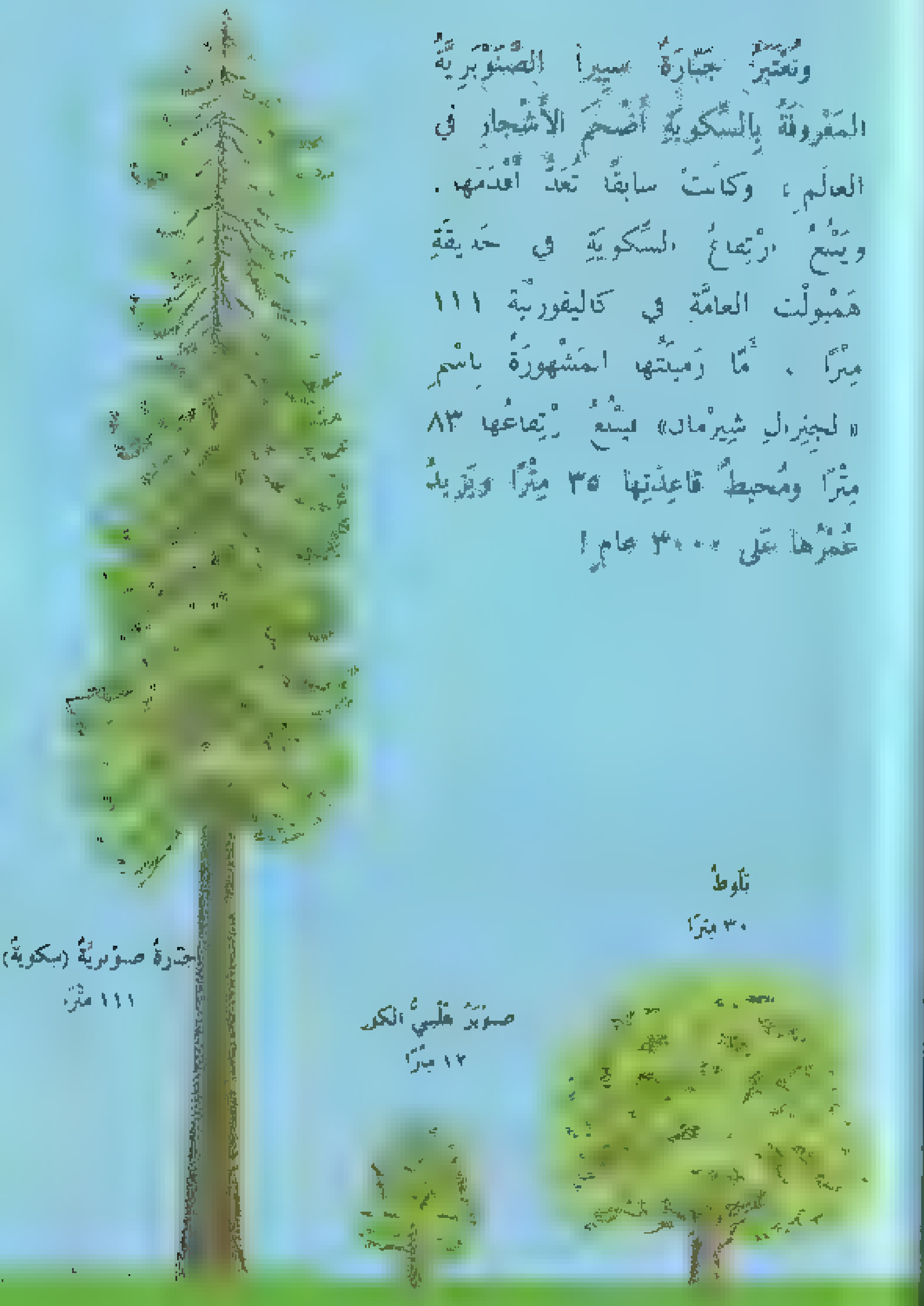
ويُمكِنُ قِراءةُ الكثيرِ مِنْ تاريخِ الجراجِ في حلقاتِ النُّموِّ فمِنْ دِراستِها يتوضَّحُ لِلجراجيِّينَ معرفةُ الفتراتِ الممطِرةِ والجافَّةِ وكثافةِ النَّماءِ الشَّجريِّ والرِّياحِ السَّائدةِ في تِلْكَ الفتراتِ والحرائِقِ الَّتي تكونُ قدْ تعرَّضتْ لها أشجارُ المِنطقةِ المعنيَّةِ

الصَّنوبرُ الهلْبيُّ الكوزِ

بينَما كانَ بعضُ العلماءِ الأمريكيِّينَ يدرُسونَ هذا النَّوعَ مِنَ الصَّنوبرِ المُلتفِّ الكثيرِ العُقدِ اكتشفوا أنَّ خرجاتٍ خشبيَّةً منْهُ تزيدُ عُمرُها على ٤٠٠٠ سنةٍ ، وهيَ بذلِكَ أقدمُ الكائناتِ الحيَّةِ على وجْهِ الأرضِ . وقدْ قُدِّرَ عُمرُ إحْداها ، باستِخراجِ عيِّنةٍ قشبيَّةٍ مِنْ جذْعِها ، فكانَ ٤٦٠٠ سنةٍ ! أيْ إنَّها نشأتْ منْ بذرتِها قبْلَ ميلادِ المسيحِ بألفَيْنِ وخمْسِمائةِ عامٍ وقدْ أذهلَ هذا الكشفُ العلماءَ لأنَّ هذا النَّوعَ مِنْ شجرِ الصَّنوبرِ صغيرُ الحجْمِ ولا ينْمو إلَّا في ارتِفاعاتٍ تتراوحُ بيْنَ ٢٤٠٠ و ٣٣٠٠ مترٍ حيْثُ التُّربةُ فقيرةٌ والطَّقسُ سيِّءٌ في الغالِبِ

ويستخدِمُ علماءُ الآثارِ حاليًّا مقاطِعَ حلْقيَّةً مُعدَّةً بعنايةٍ مِنْ هذا الصَّنوبرِ لِتأريخِ الحضاراتِ السَّالِفةِ كُلَّما اكتشفوا موْقِعًا لها . فبمُقارنةِ حلقاتٍ مِنْ جُذوعٍ عاصرَتْ تِلْكَ الحضارةَ مَعَ حلقاتِ الصَّنوبرِ الهلْبيِّ يُمكِنُهمْ تقْديرُ الوقْتِ الَّذي كانَ يُستوْطَنُ فيهِ ذلِكَ الموْقِعُ .

وتُعتبَرُ جبَّارةُ سييرا الصَّنوبريَّةُ المعْروفةُ بالسِّكويةِ أضخمَ الأشجارِ في العالَمِ ، وكانتْ سابقًا تُعدُّ أقدمَها . ويبْلغُ ارتِفاعُ السِّكويةِ في حديقةِ همْبولْت العامَّةِ في كاليفورنيا ١١١ مترًا ، أمَّا زميلتُها المشْهورةُ باسْمِ «الجنِرالِ شيرْمان» فيبْلغُ ارتِفاعُها ٨٣ مترًا ومُحيطُ قاعدتِها ٣٥ مترًا ويزيدُ عُمرُها على ٣٠٠٠ عامٍ !



تأريخُ السِّياجاتِ رِياضِيًّا

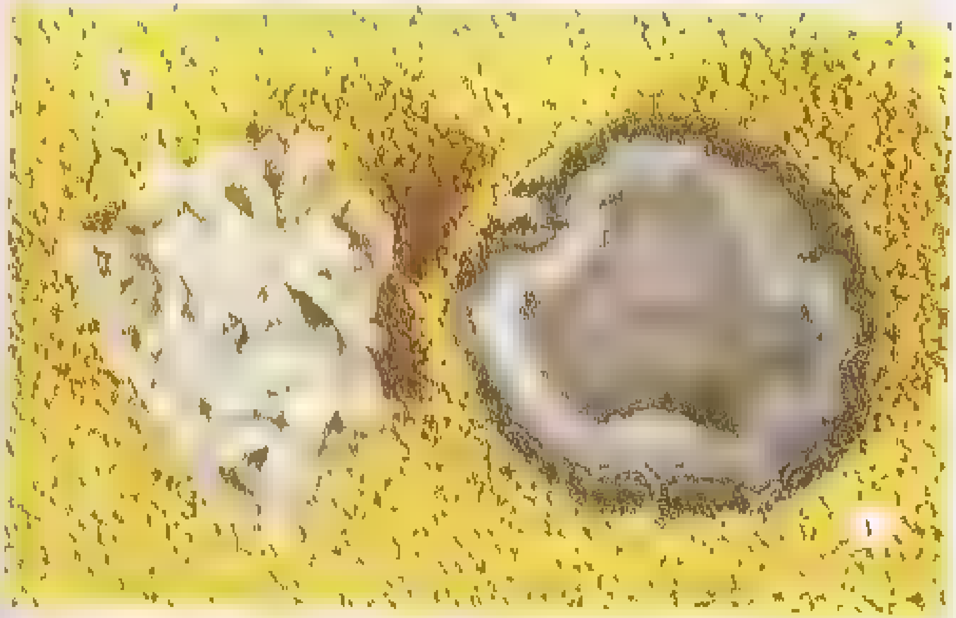
يَعتَزُّ البريطانيُّون بالسِّياجاتِ النَّباتيَّةِ الَّتي تُشكِّلُ أَحَدَ المَعالِمِ البارِزَةِ في مَناطِقِهِم الرِّيفيَّةِ . مِنْ هٰذِهِ السِّياجاتِ ما هُوَ مَزْروعٌ قَديمًا ومِنْها ما هُوَ نَمَاءٌ طَبيعيٌّ حَوْلَ سِياجٍ حَجَرِيٍّ قَديمٍ . ومَهْما كانَ أَساسُها ، فإنَّ هذِهِ السِّياجاتِ تُوَفِّرُ بيئَةً مُلائِمَةً لِلْعَديدِ مِنَ النَّباتاتِ ومَلاذًا أَمينًا لِلكَثيرِ مِنْ صِغارِ الحَيَواناتِ كالخُلْدِ والزَّبابِ وفَأْرِ الحَقْلِ والصَّعْوِ وأَبي الحِنِّ . وبَعْضُ هذِهِ السِّياجاتِ يَعودُ تاريخُهُ إلى أَكْثَرَ مِنْ خَمْسِمِئَةِ سَنَةٍ .

وقَدْ قامَ أَحَدُ العُلَماءِ هُوَ الدُّكْتورُ ماكْس هُوبَر بِدِراسَةِ هٰذِهِ السِّياجاتِ وأَحْيائِها واكْتَشَفَ عَلاقَةً رِياضِيَّةً تَحْكُمُ نَماءَ هذِهِ السِّياجاتِ . فَقَدْ لاحَظَ هذا العالِمُ أَنَّ السِّياجَ الَّذي عُمْرُهُ حَوالَى مِئَةِ عامٍ يَضُمُّ نَوْعًا أَوْ نَوْعَيْنِ فَقَطْ مِنَ الجَنْبَاتِ ، والَّذي عُمْرُهُ مِئَتا عامٍ يَضُمُّ نَوْعَيْنِ أَوْ ثَلاثَةً ، والَّذي عُمْرُهُ أَلْفُ عامٍ يَضُمُّ حَوالَى عَشَرَةِ أَنْواعٍ مُخْتَلِفَةٍ مِنَ الجَنْبَاتِ . والمُعادَلَةُ الَّتي وَضَعَها الدُّكْتورُ ماكْس تَتَلَخَّصُ في ما يَلي : لِتَقْديرِ عُمْرِ السِّياجِ قِسْ ثَلاثينَ مِتْرًا مِنْهُ ، وعُدَّ أَنْواعَ الجَنْبَاتِ فيها واضْرِبِ العَدَدَ في مِئَةٍ ، فَتَحْصُلَ على العُمْرِ التَّقْريبيِّ لِذٰلِكَ السِّياجِ . وقَدْ أَيَّدَتِ السِّجِلّاتُ المَحَلِّيَّةُ في كَثيرٍ مِنْ أَنْحاءِ بريطانيا صِحَّةَ هذه المُعادَلَةِ !



البلّورات

تطرّقنا في بحثنا السابق إلى الرياضيات الهندسية في أشكال الكائنات الحيّة من حيث إنّ الدقّة الهندسية تساعدها على البقاء ولكنّنا نرى الهندسة أيضًا شائعة في عالم الجماد فالمعادن والبلّورات المدفونة في المناجم والكهوف قد أدهشت الإنسان وفتنته عبر العصور وهي برّاقة ملوّنة تتلألأ في النور مثلما تتألّق الحجارة الكريمة التي

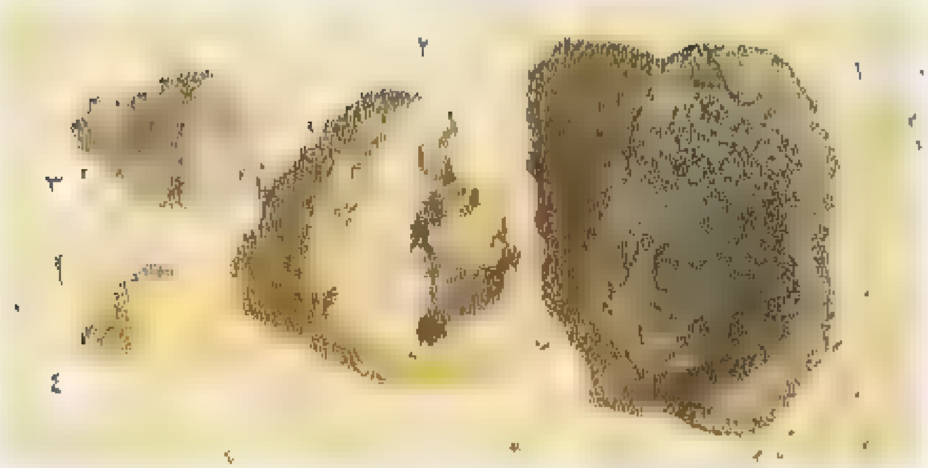


١ صخرة مبطّنة بالجمشت ٢ عنقود من المرو اللبني

نعدّ منها. وتقدّم لنا البلّورات مثلًا رائعًا وجذّابًا على الرياضيات في الطبيعة.

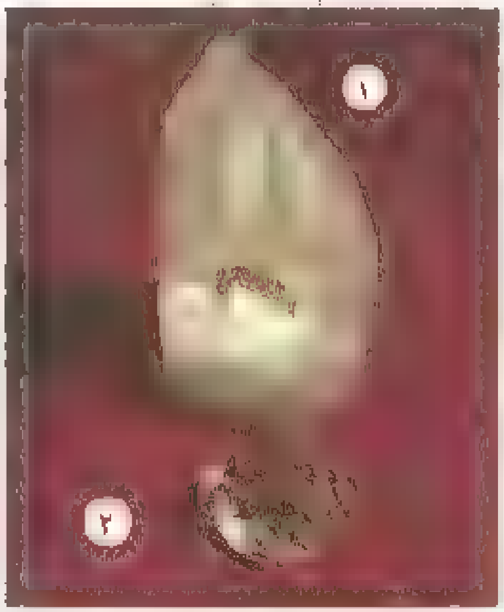
وكلمة البلّورات مشتقّة من البلّور الذي هو من أحسن أصناف الزجاج وأشدّها صلابة وأكثرها صفاء، ويُضرب به المثل في النقاء. وقد أطلق العالم الفرنسي رينيه هويي أحد علماء المعادن في القرن

١ صخرة مبطّنة بالمرو البنّي ٢ صخرة مبطّنة بالمرو اللبني



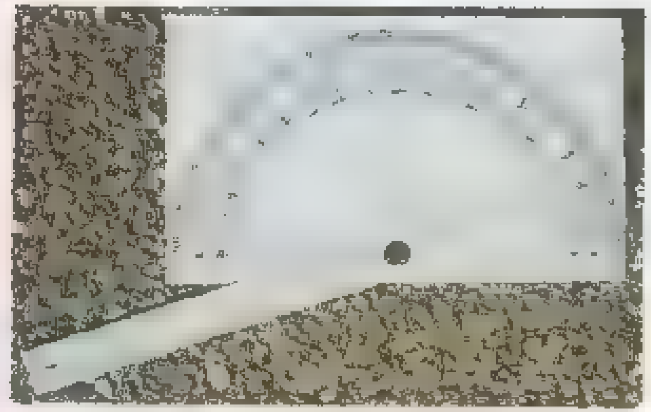
٣ و ٤ ضربان من الكالسيت (كربونات الكالسيوم البلّورية)

الثامن عشر على البلّورات الصخرية ومعظمها من المرو (الكوارتز) الشفّاف اسم «أزهار مملكة الجماد». وقد كرّس هذا العالم حياته لجمع البلّورات ودراسة أشكالها الرائعة. والألماس هو من أعزّ أنواع البلّور، والقطع الجيّدة منه تباع بأسعار خيالية. وكان الناس قبل هويي وبعده يقبلون على التنقيب عن البلّورات واكتنازها أو بيعها أو مقايضتها وكان فيها دومًا تعبير عن جشع الإنسان وأطماعه.



١ مرو
٢ ماسة صخرية ثنائية الحدّ

والبلّورات أجسام مصمتة صلبة متعددة السطوح ذات تركيب داخلي محدّد ينتج من تركيب الذرّات المكوّنة له ، والسطوح الخارجية هي انعكاس لهذا التركيب الداخلي. وقد لاحظ نيكولاوس ستينو أحد علماء البلّورات عام ١٦٦٩ أنّ الزوايا بين سطوح لبلّورة ثابتة في كل نوع - وهكذا تمكّن للعلماء باستخدام منقل (مقياس) زوايا تمييز أشكال البلّورات بعضها عن بعض ، حتى الشاذة النمو منها. وتصنّف الأشكال البلّورية على أسس نماذج تماثلها في ٣٢ فصيلة تنقسم بدورها إلى ست نظم هي الآتية : المكعّب والسداسي والرباعي والمعيّن وأحادي الميل وثلاثي الميل.

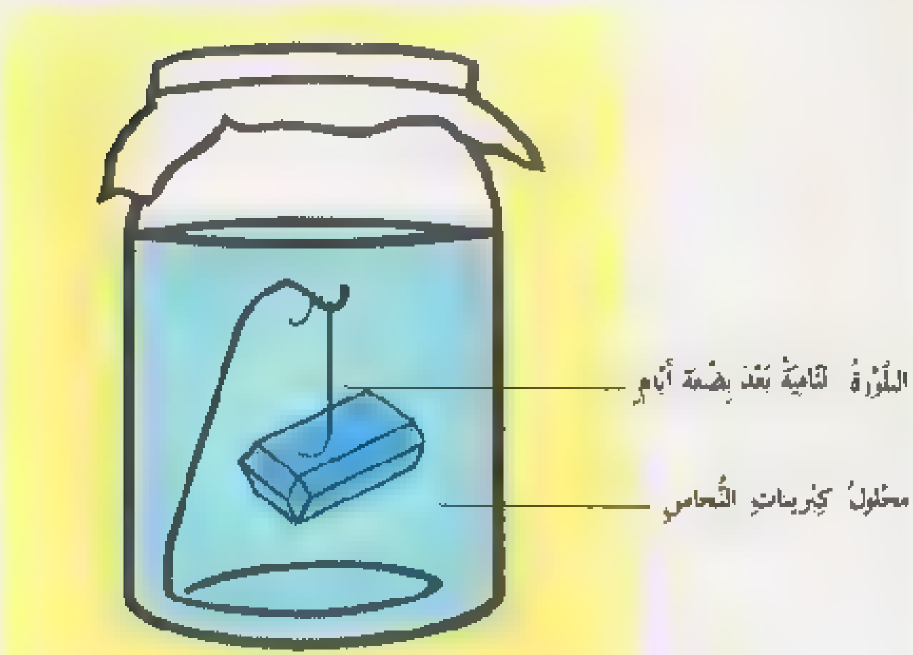


إنّ تكوّن البلّورات عملية مستمرة في الطبيعة وأفضل أنواع البلّورات ما يوجد في الفجوات الصخرية ، فالأرض محاطة بغلاف مائي وتبخّر الماء من سطحها لا ينقطع. ونتيجة لحركة الماء فوق القشرة الأرضية وخلالها تمتزج المعادن والماء بالذوب الصخري. وحين يندفع هذا الذوب دوريًا عبر القشرة الأرضية بفعل الحرارة الشديدة يتبخّر الماء تاركًا المعادن في شكل بلّورات وكلّما كان التبخّر أبطأ كانت البلّورات أكبر ويمكن تنمية البلّورات في المختبر ،

ونعرف هذه بالبلّورات الصنعية. وللبلّورات المرو المصطنعة استخدامات عدّة في مجالات الصناعة.

وتحضّر بلّورات من السكّر أو ملح الطعام في المطبخ عندك بالتجربة التالية : ضع ملعقة كبيرة من السكّر أو الملح في كوب صغير وأضف إليها ملعقتين من الماء الساخن المغلي حرّك المزيج حتى يتمّ الذوبان ثمّ اسكبه في طبق مسطّح وراقبه على فترات لملاحظة البلّورات.

أمّا التجربة الظاهرة في الصورة فهي لتنمية بلّورة كبيرة من كبريتات النحاس فوق «بذرة» من هذا الملح معلّقة في محلول مركّز من الملح نفسه.



تنمية البلّورات



الكِسَفُ الثَّلْجِيَّةُ

عِنْدَما يَتَجَمَّدُ الماءُ تَتَكَوَّنُ بِلَّوْراتٌ ثَلْجِيَّةٌ فائِقَةُ البَهاءِ والرَّوْعَةِ. وأَفْضَلُ ما تَظْهَرُ هٰذِهِ في الكِسَفِ الثَّلْجِيَّةِ المُتَساقِطَةِ في شِتاءِ المَناطِقِ البارِدَةِ. والمُدْهِشُ في هٰذِهِ الكِسَفِ تَعَدُّدُ أَشْكالِها البِلَّوْرِيَّةِ الهَنْدَسِيَّةِ الدَّقيقَةِ. فَما مِنْ كِسْفَتَيْ ثَلْجٍ مُتَشابِهَتَيِ التَّصْميمِ تَمامًا، ولٰكِنَّها كُلَّها سُداسِيَّةُ الشَّكْلِ. وكانَ أَوَّلَ مَنْ دَرَسَ هٰذِهِ الظّاهِرَةَ وأَلَّفَ كِتابًا فيها رَئيسُ أَساقِفَةِ أوبْسالا بِإيطاليا عامَ ١٥٥٥. وضَمَّنَ كِتابَهُ رُسومًا عَنْ رَوْسَمٍ خَشَبِيٍّ نَموذَجٍ مِنْها. وقَدْ قامَ الكَثيرونَ بِرَسْمِ وتَصْويرِ مِئاتٍ مِنْ هٰذِهِ الأَشْكالِ ونَخُصُّ بِالذِّكْرِ وِلْسون بِنْتلي الَّذي قَضى قُرابَةَ ٥٠ عامًا في أَوائِلِ هٰذا القَرْنِ يُصَوِّرُ أَشْكالًا مُخْتَلِفَةً مِنَ الكِسَفِ

الثَّلْجِيَّةِ حَتّى تَجَمَّعَ لَدَيْهِ مِنْها الآلافُ. وقَدْ قَدَّمَ بِنْتلي كُلَّ ما تَجَمَّعَ لَدَيْهِ مِنْ صُوَرٍ وأَشْكالٍ إلى العُلَماءِ لِيَدْرُسوهُ. فاكْتَسَبَ بِذٰلِكَ لَقَبَ «أَبو الكِسَفِ الثَّلْجِيَّةِ».



التعلم من الطبيعة

عرف من خلال دراسات العلماء وملاحظاتهم أن الرياضيات الهندسية في الطبيعة تستهدف إعطاء الكائنات الحية أشكالا عملية تساعد على بقاء النوع. فالنحلة مثلا نموذج مثالي للآلة الطائرة — أجنحتها مثالية القياسات لتوليد الطاقة اللازمة لتحملها عند «الإقلاع» كما هي أيضا مثالية الشكل لتسييرها في أثناء الطيران.



ومنقار القيق (أبو زريق) مثالي الحجم والشكل والقوة لتكسير جوزات البندق القاسية والكائن الذي لا تحبوه الطبيعة بشكل عملي وقوة تكيف مع بيئته سرعان ما ينقرض. وقد تتحاور بعض الكائنات قصورا طارئا بتغيير نمط حياتها فالنعامة إذ بلغت حجما يستحيل معه الطيران، عوضتها الطبيعة منه بسرعة عدو فائقة تقيها الضواري. فالأشكال الهندسية التي تميز الكائنات كما نشهدها اليوم هي نتيجة تكيف وتحولات متتالية على مدى ملايين السنين.



والإنسان ككائن ذكي عاقل يستلهم ابتكارات الطبيعة حذو يحتذيها. وتصاميمه تتغير وتتطور من بدايات نسخة حسب قوانين الطبيعة. فكلما تبدلت الأذواق واخترعت مواد جديدة تبتكر تصاميم جديدة.

ومنذ اكتشف الإنسان لشكل الأداة الحجرية أو العظمية الأفضل بطريقة التجربة والخطأ، أصبحت أشكال الأشياء التي يصنعها تصمم وتحسب رياضيا قبل إنتاجها — فهي إذا أشكال منطقية.



وقد تعلمنا من أشكال الطبيعة الرائعة والمتشابكة شيئا لكثير من حيث دمج الجمال والمتانة مع الأداتية الجيدة. فمن لفت مثلا نجد أن أدواتنا المطبخية من أباريق ومقال وأطباق وبنائط صغيرة مصممة حسب أنماط هندسية يتحقق فيها الجمال والمتانة كلاهما.

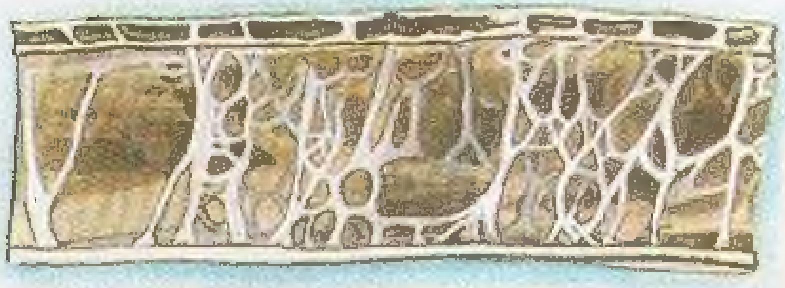
والإنسانُ في تتلمُذِهِ على الطَّبيعةِ يُحاوِلُ الاستِفادةَ إلى أقصى حَدٍّ مِنَ الموادِّ المتوافِرةِ لهُ ويُلِمُّ بحُدودِ فعّالِيَّتِها. ففي المباني، الَّتي هِيَ إنشاءاتٌ هندسيَّةٌ، يُقرِّرُ المهندِسونَ الحجْمَ والشَّكلَ اللَّذينِ يَتِمُّ بهما الاستِخدامُ الأرشَدُ لِموادِّ البِناءِ المتوافِرةِ. فمباني الشُّقَقِ البُرجيَّةُ ومَواقِفُ السَّيّاراتِ وحتّى أعمِدَةُ مَصابيحِ إنارةِ الشَّوارِعِ كُلُّها جَميلةٌ ومَتينةٌ وتَخدُمُ الغرَضَ المُصَمَّمَةَ لهُ. وهِيَ مُشَيَّدةٌ بالقَدْرِ المحسوبِ مِنَ الخرَسانَةِ والفولاذِ دونَ إفراطٍ. ومِنَ الأهمِّيَّةِ بمَكانٍ في تَصميمِ المُنشآتِ توزيعُ الأعمِدَةِ والرَّكائِزِ، ولَنا في شكْلِ أرجُلِ العنكبوتِ وتوزُّعِها أُسوَةٌ. وشكْلُ أبراجِ الأسلاكِ الكهربائيَّةِ مثَلٌ جيِّدٌ في هذا





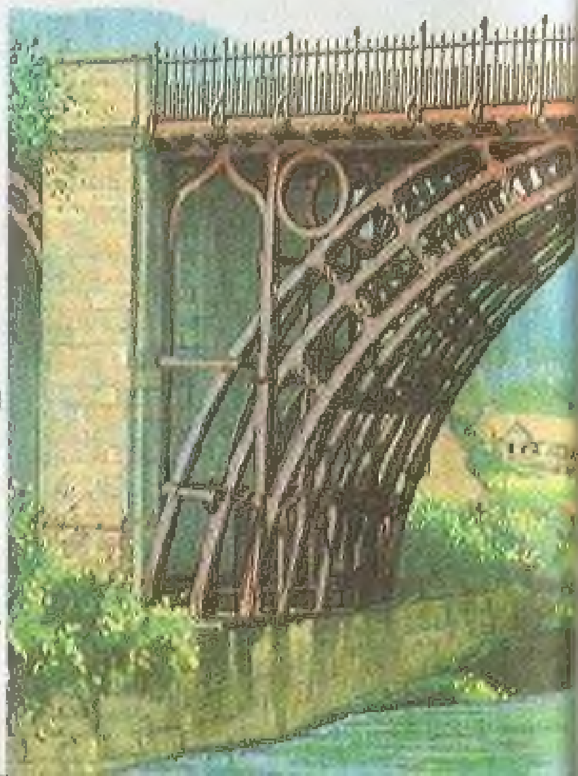
المجالِ، فهِيَ تُشادُ مِنَ الفولاذِ والهواءِ كما يقولونَ — إشارةً إلى أهمِّيَّةِ توزيعِ القُضبانِ الفولاذيَّةِ الرَّفيعةِ بطريقةٍ تَضمَنُ للبُرجِ المتانةَ الأشدَّ بالموادِّ المُستخدَمةِ.

هذا وقد تعلَّمَ بُناةُ السُّفُنِ الكثيرَ مِنْ شكْلِ السَّمكةِ الانسيابيِّ، كما إنَّ قُلوعَ اليَخْتِ شبيهةٌ بجَناحِ القَطْرَسِ الضَّخمِ. وقد تعلَّمَ الإنسانُ مِنْ ذيلِ الطّائرِ وجناحَيهِ كيفَ يَبني الطّائراتِ. ويُعتَبَرُ جناحُ الطّائرِ إنجازًا هندسيًّا فذًّا — فالرّيشُ على خِفَّتِهِ كافٍ لِرَفعِ الطّائرِ وحِمايتِهِ مِنِ اضطِراباتِ الهواءِ. وعِظامُ جناحِ الطّائرِ في خِفَّةِ ريشِهِ، وتَبدو تحتَ المِجهَرِ جَوفاءَ مُدعَّمةً بشبَكةٍ عَظْميَّةٍ — وقد كانَ مِنها إيحاءٌ إلى مُهندِسي الجُسورِ المعدِنيَّةِ الَّتي هِيَ في الواقِعِ شديدةُ الشَّبَهِ



مقطعٌ طوليٌّ لِعَظمةِ طائرٍ

جِسرٌ حديديٌّ



بالتَّركيبِ الدّاخليِّ لِعَظمِ الجناحِ.

والجِسرُ الحديديُّ الأوَّلُ الَّذي شُيِّدَ على نَهرِ سِيفِرْن بانكلترا عامَ ١٧٧٩ صمَّمَهُ مُهندِسُهُ بعدَ دِراسةٍ مُعمَّقةٍ لِعَوامِلِ الإجهادِ والانفِعالِ في جَناحِ طائرٍ. ويتضمَّنُ تصميمُ الجِسرِ تدعيمًا شبَكيًّا تقاطُعيَّ النَّسَقِ على غِرارِ النَّسَقِ الدّاخليِّ لِعَظمِ الطّائرِ.



ويُرينا المَقْطَعُ الطُّوليُّ لِعَظْمَةِ إنْسانٍ (أَعْلاهُ) أَنَّها جَوْفاءُ مُدَعَّمَةٌ بِشَبَكَةٍ عَظْمِيَّةٍ عَلى امْتِدادِ طولِها مِمّا يُكْسِبُها مَتانَةً فائِقَةً. وقَدْ حَدَثَ أَنِ اطَّلَعَ المُهَنْدِسُ كَلْمَن عامَ ١٨٦٦ على مَقْطَعٍ مُماثِلٍ عِنْدَ صَديقٍ لَهُ جَرّاحٍ، فاسْتَخْدَمَ أُسْلوبَ الطَّبيعَةِ هٰذا في التَّقْوِيَةِ لِتَصْميمِ مِرْفاعٍ ضَخْمٍ.



لا تَزالُ أَضْخَمُ الرّافِعاتِ تَعْتَمِدُ تَصاميمَ الطَّبيعَةِ وتُحاكيها

وقَدِ اسْتَطاعَ المُهَنْدِسونَ التَّغَلُّبَ عَلى مَشاكِلَ بِنائِيَّةٍ أَساسِيَّةٍ مِنْ خِلالِ دِراسَتِهِمْ لِلْهَياكِلِ العَظْمِيَّةِ لِبَعْضِ الحَيَواناتِ الكَبيرَةِ كالحِصانِ.



جِسْر فورث

فَتَصْميمُ جِسْرِ فورْث الضَّخْمِ الَّذي افْتُتِحَ عامَ ١٨٩٠ يُشْبِهُ إلى حَدٍّ بَعيدٍ التَّصْميمَ الدّاخِلِيَّ لِهَيْكَلٍ عَظْمِيٍّ.



قِطْعَةٌ مِنَ الهَيْكَلِ العَظْمِيِّ لِذَيْلِ ديناصور

نَحْنُ نَتَعَلَّمُ مِنَ الطَّبيعَةِ – وهِيَ قَلَّما تُخْطِئُ. نَعَمْ إنَّ بَعْضَ الكائِناتِ مِنْ نَباتٍ وحَيَوانٍ أَحْيانًا تَنْقَرِضُ – لٰكِنَّ ذٰلِكَ عائِدٌ إلى التَّلَوُّثِ أَوْ إلى فَرْطِ القَتْلِ ولَيْسَ لِخَلَلٍ في شَكْلِها أَوْ حَجْمِها.

لَقَدْ ساعَدَتِ الرِّياضِيّاتُ الطَّبيعَةَ عَلى إنْجاحِ الكائِناتِ الحَيَّةِ فيها، كَذٰلِكَ ساعَدَتِ الإنْسانَ عَلى اخْتِراعِ الآلاتِ وتَحْسينِ أَحْوالِهِ المَعيشِيَّةِ. إنَّ الطَّبيعَةَ في مَظاهِرِها الرّائِعَةِ تَعْكِسُ عَمَلَ المُهَنْدِسِ الأَعْظَمِ، فَهَلْ يَكونُ كَمِثْلِها الإنْسانُ؟

الفهرس

سِلسِلةُ «التّاريخ الطبيعي»

١ – النّباتاتُ وكيفَ تنمو
٢ – الحيَواناتُ وكيفَ تعيش
٣ – حَياةُ النّحل
٤ – الطّيورُ وكيفَ تعيش
٥ – حيَواناتُ ما قبلَ التّاريخ وأحافيرُها
٦ – تعلّمْ عنِ الحشَراتِ والحيَواناتِ الصّغيرةِ
٧ – الطّبيعةُ في أشكالِها الرّائعة
٨ – قِصّةُ العنكبوت

Series 651 Arabic

فِي سِلسِلة كُتُب المُطالعة الآن أكثر من ٣٥٠ كتابا تتناول ألوانا
مِن المَوضوعات تناسِب مختلف الأعمار . اطلب البيان الخاص بها مِن:
مكتبة لبنان - ساحة رياض الصلح - بيروت

